www.radio.ru

1•2019

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Ультразвуковой измеритель уровня жидкости



ДЛЯ ДОМА

ДЛЯ ДАЧИ



- *Программирование Arduino с сотового телефона*
- *ЖКИ Nokia 5110 в вольтамперметре*
- *Активная АС для телеприставки*
- *Робот "Ардуняша" — художница*





2019



Производство радиоэлектронной аппаратуры и бытовой техники в России. К десятилетнему юбилею российского завода "Самсунг Электроникс"

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

(см. статью на с. 8)



Рис. 3

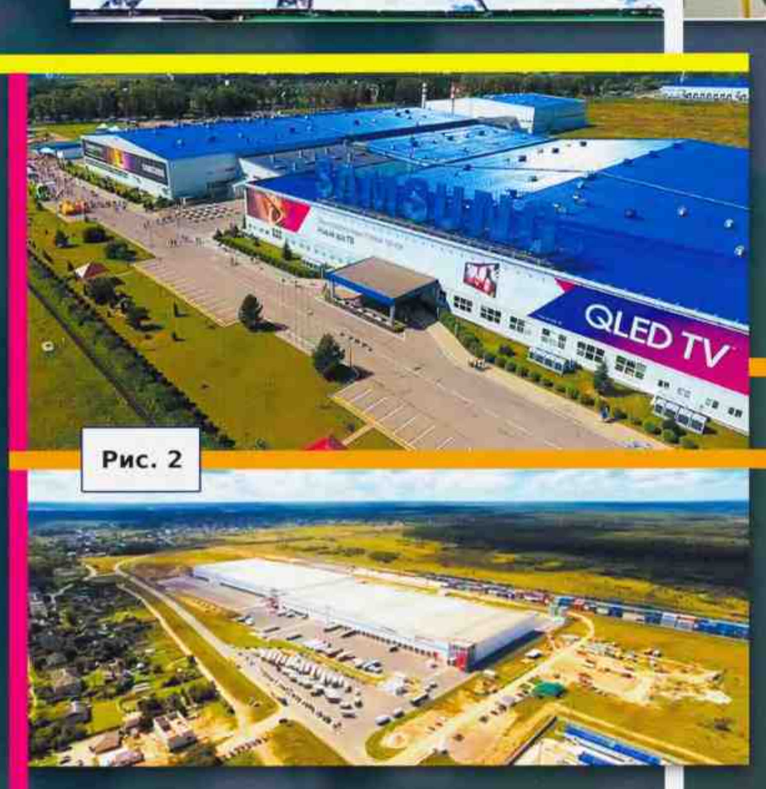


Рис. 2

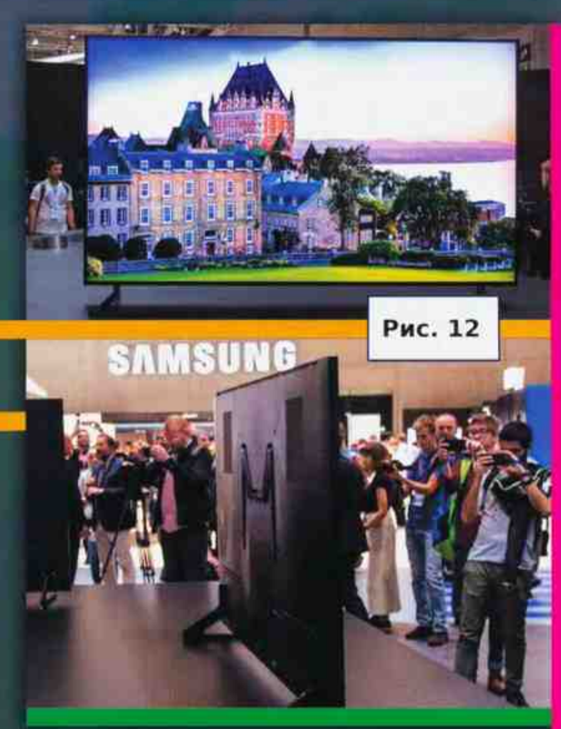


Рис. 12

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Измеритель уровня жидкости на основе ультразвукового дальномера HC-SR04 (см. статью на с. 34).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ВТОРАЯ "МОЛОДОСТЬ" ДАЧНОГО ТЕЛЕВИЗОРА
МИНИАТЮРНЫЕ МИКРОФОННЫЕ СТЕРЕОУСИЛИТЕЛИ
АВТОВЫКЛЮЧАТЕЛЬ-ТАЙМЕР В МУЛЬТИМЕТРЕ
ИГРАЕМ В "КРЕСТИКИ-НОЛИКИ"

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 03.12.2018 г.

ChipEXPO-2019

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

17-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России «Участники Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы»
- Экспозиция участников конкурса на присуждение премии «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «China electronics»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

www.chipexpo.ru

16.10-18.10















"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 6+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.12.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-12-00164 от 19.12.18 г.



Поздравляем Вас с Новым 2019 годом!

В наступившем году тематика журнала останется прежней. На его страницах мы планируем размещать статьи как уже известных авторов, так и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Вы также можете стать одним из авторов журнала "Радио". Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

Шесть лет назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2018 гг. Продолжается подписка и на текущий год. Её стоимость на 12 месяцев осталась прежней — 600 руб., но эту сумму Вы заплатите при оплате подписки в редакции. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы, стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с февраля 2019 г. и оплатить 600 руб., Вы получите № 2—12 текущего года и № 1 за 2020 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу **el.radio.ru** заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу **http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать номера по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта (**www.radio.ru**).

Напоминаем, что продолжается конкурс ***"Лучшие публикации 2018 года"***. Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2018 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2019 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес **mail@radio.ru** с обязательной пометкой в поле "Тема" — *"Лучшие публикации 2018 года"*. По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступившем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!

Редакция

Раздвигая горизонты

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Меня ведь не рубли на гонку завели,
Меня просили: "Миг не проворонь ты!
Узнай, а есть предел там,
На краю Земли?
И можно ли раздвинуть горизонты?".

(В. Высоцкий. "Горизонт")





Наускопия как предвидение

Прелюдия этой истории произошла почти за 250 лет до нашего времени на острове Иль-де-Франс (ныне Маврикий). Её героем стал Этьен Боттино, который, согласно "Биографическому словарю маврикийцев" (изданному в г. Порт-Луи, 1955 г.), родился в 1739 г. во французском местечке Шантосо, а умер на Маврикии 17 мая 1813 г. В 1762 г. на борту одного из судов Королевского флота Франции Этьену пришла в голову идея, будто бы движущиеся корабли должны производить в атмосфере определённый эффект. Через год он прибыл на Иль-де-Франс, где годом позже получил должность инженера. Остров отличался чистым небом в большее время суток, а появлявшиеся вблизи него суда часто появлялись в пределах видимости. В общем, всё было готово для подтверждения гипотезы, и Этьен начал свои опыты по наускопии, как он назвал своё умение. Через полгода он настолько натренировался, что даже стал заключать пари о том, как без подзорной трубы предсказать за два-три дня появление на горизонте любого судна.

Выигрыш в пари — вещь неплохая, но открытие обладало большим потенциалом для морского дела, да и хотелось бы большего. В 1780 г. Боттино сообщил о своих способностях морскому министру Франции маршалу де Кастри. Маршал велел в течение двух лет регистрировать все наблюдения Боттино. В целом за 1778 г. и 1782 г. тот предсказал приход 575 судов за четыре дня до их появления в пределах видимости. Губернатор Маврикия имел свои виды на "открытие", но за раскрытие своего секрета Боттино запросил у него 100 тыс. ливров и ежегодное пособие в 1200 ливров. Однако губернатор поступил как политик и вместо испрошенных денег вручил Боттино рекомендательное письмо и отправил его во Францию. За время плавания в Европу Этьен не раз удивил команду и пассажиров, угадав появление 27 встречных судов, и неоднократно заявлял, что может определять близость земли, скрытой за горизонтом. А однажды предупредил капитана, что до земли, не видимой невооружённым глазом, осталось совсем немного. Углубившись в карты и расчёты, капитан обнаружил там ошибку, которая чуть не стала для его судна роковой.

В июле 1784 г. Боттино прибыл во Францию, однако аудиенции у министра ему добиться не удалось. Его хотели пригласить в Лондон, но тоже что-то не задалось. Впрочем, хорошо, что он вообще остался жив во времена грянувшей Французской революции. В июне 1793 г. Этьен вернулся на Маврикий. Известно, что одного человека он обучил своей технологии, и у этого человека кое-что получалось. Впрочем, о сущности своих методов Этьен Боттино высказывался весьма туманно: "Судно, приближающееся к берегу, производит на атмосферу определённое воздействие, и в результате приближение его можно выявить опытным глазом, прежде чем корабль достигнет пределов видимости. Моим предсказаниям благоприятствовали чистое небо и ясная атмосфера, которые господствуют большую часть года на Иль-де-Франс. Я пробыл на острове шесть месяцев, пока не убедился в своём открытии, и оставалось только набраться опыта, чтобы наускопия стала подлинной наукой".

ЗГ РЛС

Однако подлинной наукой наускопия так и не стала. Но через 200 лет её знамя подхватили загоризонтные радиолокационные станции (ЗГ РЛС или OTHR — Over-The-Horizon Radar), способные "видеть" на расстояниях в тысячи километров. Их принцип действия отличается от традиционных РЛС.

В настоящее время все существующие беспроволочные системы связи и радиолокации используют электромагнитные волны, распространяющиеся в свободном трёхмерном пространстве прямолинейно. Их называют пространственными или объёмными волнами. Энергия объёмной волны уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от него. Эти два фактора принципиально ограничивают дальность обнаружения обычным СВЧ-радиолокатором целей вблизи поверхности Земли расстояниями в пределах прямой видимости, т. е. линией горизонта или зоной прямой радиовидимости. Мощные РЛС способны отслеживать цели на огромных дальностях и высотах, в том числе и в космосе. Но не на малых высотах — зона прямой радиовидимости ограничивается всего лишь десятками километров. Размещение РЛС на возвышенностях и мачтовых устройствах, конечно, позволяет расширить радиогоризонт. Но всё равно лишь на дальность до 100 км.

Приподнять РЛС выше могут самолёты дальнего радиолокационного обнаружения (ДРЛО). Но у них тоже есть существенные недостатки. Мощность сигнала, качество приёма и обработки отражённых сигналов ограничены массой аппаратуры, которую способен поднять в воздух самолёт. Кроме того, самолёт ДРЛО уязвим для наземных средств радиоэлектронной борьбы и различных средств поражения. В общем, всё это и дорого, и рискованно.

Сама идея загоризонтной локации не нова. В 1947 г. научным сотрудником НИИ-16 Николаем Ивановичем Кабановым впервые в мире была выдвинута идея раннего (загоризонтного) обнаружения самолётов в КВ-диапазоне волн на удалении до 3000 км. В основе идеи лежало использование эффекта отражения радиоволн от ионосферы для загоризонтного обнаружения целей. Высота ионизированных слоёв атмосферы, от которых отражается луч РЛС, составляет от 70 до 300 км. При одном отражении, с учётом кривизны земного шара, луч упадёт на земную поверхность как раз на расстоянии до 3000 км. Станции, построенные в расчёте на такой процесс, называются односкачковыми. Если же хочется "посмотреть" ещё дальше, требуются многоскачковые РЛС (двух-, трёхскачковые).

В последние годы возрос интерес специалистов (в том числе и специалистов по ЗГ РЛС) к так называемым многопозиционным РЛС, которые представляют собой систему из нескольких взаимодействующих передатчиков и приёмников, разнесённых в пространстве. Простейшая многопозиционная РЛС, состоящая из одного передатчика и одного приёмника, называется бистатической. Поэтому приёмная часть ЗГ РЛС может находиться довольно далеко от излучающей. Принципы построения многопозиционных РЛС были известны ещё на заре радиолокации, однако некоторые технические проблемы, например, обеспечение передачи данных для синхронизации передатчиков и приёмников, не нашли в те годы удовлетворительного решения. Поэтому дальнейшее развитие радиолокации пошло по пути совершенствования однопозиционных систем.

ВНЗ

Как гласят официальные документы, возвратно-наклонное ионосферное зондирование — это наклонное ионосферное зондирование, при котором принимаются отражённые или рассеянные в обратном направлении от поверхности Земли в каком-либо районе или от ионосферы радиосигналы, излучённые из этого же пункта. Собственно, излучаемые антенной радиопередающего устройства волны отражаются от ионосферы и попадают на Землю. На земной поверхности всегда имеются значительные неровности (холмы, деревья, строения), поэтому не вся энергия волны отражается зеркально, часть её рассеивается в разных

направлениях. При этом некоторые из рассеянных лучей вновь отражаются от ионосферы и возвращаются на Землю, а какая-то доля энергии радиоволны попадает обратно в то место, где находится радиопередающее устройство.

Радиолюбители хорошо знают, что связь на коротких волнах подвержена частым нарушениям, возникающим совершенно неожиданно. Для работы ЗГ РЛС это плохо, но этот недостаток можно минимизировать, подбирая рабочую частоту. Иначе говоря, рассеянные отражения от земной поверхности можно использовать для определения частот, на которых следует работать (к примеру, для связи) в данное время. Для этого перед началом сеанса передачи несколько минут посылают сигнал, промодулированный импульсами. Оператор на специальном осциллографе, горизонтальная развёртка которого проградуирована в километрах, наблюдает за возвратно-рассеянным импульсом. Само присутствие сигнала на осциллографе указывает на то, что верхняя граница максимальных применимых частот не превышена. По уровню рассеянного сигнала можно судить о напряжённости электрического поля в месте приёма, а по шкале расстояний определить, облучается ли нужная область территории. Изменяя плавно рабочую частоту передатчика и отмечая расстояние до ближайшего края отражённого импульса, строят так называемую дистанционно-частотную характеристику (ДЧХ), по которой можно выбрать оптимальную рабочую частоту. Такой метод определения рабочей частоты и называется возвратно-наклонным зондированием (ВНЗ).

Принципиальный недостаток ЗГ РЛС ВНЗ — наличие "мёртвых" зон, "невидимых" для радара, протяжённостью несколько тысяч километров. Они "освещают" лишь небольшую площадь размерами 50 км^2 на удалении в 3000 км, а весь интервал до 3000 км остаётся для них невидимым. Изменение частоты не спасает положения. То есть в данном случае возможности пространственных электромагнитных волн и сформированного из них прямого радиолуча исчерпаны и нужны принципиально новые подходы: например, использовать поверхностные электромагнитные волны (ПЭВ).

ПЭВ

ЗГ РЛС, использующие эффект поверхностной электромагнитной волны (Ground Wave), на самом деле к истинно поверхностным (двумерным) электромагнитным волнам никакого отношения не имеют. В них используются обычные пространственные волны. Термин поверхностная используется только потому, что радиолуч прижат к Земле и как бы стелется над её поверхностью. Это так называемый "земной луч", давно и хорошо известный в радиофизике. За счёт дифракции и преломления в приземном пространстве дальность действия РЛС (в том числе над водой) может быть повышена до 200...400 км. При этом длина передающих и принимающих антенн достигает нескольких километров, а стоимость систем — порядка миллиарда долларов. Такие РЛС работают на частотах от 3 до 18 МГц и часто выполняются в виде бистатического радара.

Существование ПЭВ следует из уравнений Максвелла для проводящей среды с соответствующими граничными условиями. Волны могут возбуждаться на поверхности раздела проводящей среды с диэлектриком: Земли или океана с воздухом, ионосферы с атмосферой. При распространении вдоль поверхности эти двумерные волны следуют за её кривизной и ослабляются обратно пропорционально расстоянию от источника. По третьей координате (высоте) они экспоненциально затухают, так что вся энергия волны сосредоточена в тонком приповерхностном слое. Эти волны существуют в широком диапазоне частот, вплоть до оптических.

Хотя ПЭВ известны более ста лет, до сих пор они полностью не изучены. Их теория была разработана в начале XX века немецкими теоретиками Зоммерфельдом и Ценником. Однако тогда ни в одном из натурных экспериментов, проведённых в разных странах, ПЭВ не были обнаружены, что послужило основанием для утверждения о принципиальной невозможности их существования. К середине XX века исследователи уже потеряли интерес к ПЭВ, но их возрождение произошло в 60—70-е годы, когда в России и за рубежом появились многочисленные теоретические работы и были получены экспериментальные доказательства их существования. ПЭВ сверхвысоких частот были обнаружены и исследованы в лабораторных условиях в полупроводниках, на океанской воде, газовой плазме и металлах, наблюдались они и в естественных условиях.

Решаемые задачи

С помощью ЗГ РЛС ВНЗ в мирное время возможно решение следующих задач:

— ведение непрерывной разведки и контроль порядка использования воздушного пространства, морских и прибрежных акваторий;

— мониторинг воздушных и морских трасс для обеспечения безопасности движения;

— мониторинг состояния воздушной и морской обстановки, обнаружение метеорологических неоднородностей, влияющих на организацию воздушного движения и судоходство;

— информационное обеспечение поисково-спасательных работ и определение районов терпящих бедствие судов и самолётов.

В военное время у ЗГ РЛС ВНЗ есть свои задачи:

— обнаружение и получение информации для заблаговременного предупреждения высшего военно-политического руководства страны о начале удара средствами воздушно-космического нападения противника;

— контроль за перемещением корабельных и авиационных ударных групп, а также отдельных судов за линией радиогоризонта;

— мониторинг воздушной и космической обстановки и обнаружение возможных пусков крылатых и баллистических ракет;

— обеспечение боевых действий вооружённых сил государства при проведении операций на континентальных театрах военных действий, в прибрежных и морских зонах;

— обнаружение неоднородностей в атмосфере и космосе (обнаружение ядерных взрывов, прогноз и контроль радиационной обстановки и пр.).

В свою очередь, ЗГ РЛС ПЭВ может решить следующие задачи:

— дальняя загоризонтная радиолокация, поскольку ПЭВ огибает поверхность Земли, и последняя не является препятствием для её распространения. Расходимость луча радиолокатора на ПЭВ значительно меньше, чем на объёмных (земном луче), поэтому можно ожидать, что в декаметровом диапазоне радиоволн дальность действия загоризонтного локатора значительно возрастёт;

— обнаружение низколетящих целей на высотах менее 100 м. Для радиолокатора ПЭВ вероятность обнаружения цели возрастает с приближением цели к поверхности. Такой радиолокатор перекрывает "мёртвую" зону обычных локаторов в области малых высот;

— обнаружение электродинамических аномалий воды, источником которых могут являться, например, физические поля подводных лодок. Кроме того, он может быть использован в целях навигации, для проводки судов в стеснённых условиях, обнаружения кромок ледовых полей, мониторинга океанской поверхности и пр.;

— дистанционный контроль за состоянием поверхности океана, в том числе 200-мильных эксклюзивных экономических зон, а также для изучения метеорологической и океанографической обстановки.

Истоки

После ВОВ в Мытищах в соответствии с НИР "Веер" была построена опытная установка ЗГ РЛС, но обнаружить цели за горизонтом из-за неразрешимых технических трудностей Н. И. Кабанову в то время так и не удалось. Поэтому установилось мнение, что обнаружить цели за горизонтом на фоне мощных отражений от Земли невозможно, и соответствующая НИР была завершена в 1949 г. В 1958 г. работы по загоризонтной радиолокации в СССР возобновились. В ходе экспериментов была доказана принципиальная возможность загоризонтного обнаружения самолётов на дальности одного скачка (3000 км) и стартующих баллистических ракет на дальности двух скачков (6000 км).

Практическая реализация загоризонтной локации в СССР связана с именем главного конструктора радиорелейных линий, лауреата Государственной премии СССР Ефима Семёновича Штырена. Независимо от Кабанова, в конце 1950-х годов он сделал такое же предложение для обнаружения самолётов на дальностях 1000...3000 км. Ефим Штырен, его ближайший помощник и единомышленник Василий Александро-

вич Шамшин (ставший впоследствии министром связи СССР), молодые учёные Эфир Иванович Шустов, Борис Самойлович Кукис, Владимир Андреевич Корадо и другие теоретически обосновали возможность создания мощного коротковолнового загоризонтного радара. Они разработали научный отчёт "Дуга", названный в честь поверхности Земли.

1 января 1961 г. был представлен отчёт по НИР "Дуга", в котором фиксировались результаты расчётов и экспериментальных исследований по отражающим поверхностям самолётов и ракет, а также высотного следа последних, и предложен метод выделения слабого сигнала от цели на фоне мощных отражений от земной поверхности. Комиссия, рассмотрев отчёт, дала работе положительную оценку и рекомендовала подтвердить теоретически обоснованную возможность обнаружения прямыми экспериментами.

Отчёт одобрили военные и послали на проверку в Академию наук СССР. А там его забраковали и сказали, что, мол, учёные зря потратили время на бесперспективное дело. Ведь Кабанов уже доказал невозможность загоризонтной радиолокации. Однако в конце 50-х СССР и США активно развивали ракетно-ядерное вооружение, и руководство СССР забеспокоилось, когда некий американский учёный сумел коротковолновым локатором обнаружить ракету на большой дальности. Это означало серьёзное военное преимущество. Тут и вспомнили про группу учёных с их "Дугой". Для СССР защита от ракетно-ядерного нападения была стратегической задачей. Состоялось специальное заседание комиссии АН СССР. Члены комиссии выяснили, что группа Штырена выдвинула абсолютно новую, не как у Кабанова, идею загоризонтной радиолокации. В итоге было предложено Штырену и его команде провести экспериментальные исследования. Так начиналась история боевой загоризонтной системы обнаружения.

Начало

Неуклонное совершенствование баллистических ракет (БР), увеличение их количества у вероятного противника и прохладные отношения между США и СССР привели к появлению реальной угрозы ракетного нападения на Советский Союз. Руководство партии и страны давало себе отчёт в этом, поэтому 15 ноября 1962 г. были подписаны постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О создании системы обнаружения и целеуказания системы ИС, средств предупреждения о ракетном нападении и экспериментального комплекса средств сверхдальнего обнаружения запусков баллистических ракет, ядерных взрывов и самолётов за пределами горизонта" и "О создании отечественной службы контроля космического пространства". Несомненно, этими постановлениями была открыта новая веха в области контроля воздушного и космического пространства.

В СССР был открыт ряд НИР и ОКР (опытно-конструкторских работ) по формированию и наращиванию группировки средств раннего обнаружения стартующих межконтинентальных баллистических ракет (МБР). Одним из этих постановлений Научно-исследовательскому институту дальней радиосвязи — НИИ ДАР (Ф. В. Лукин, Е. С. Штырен) была поручена НИР "Дуга-1" по созданию загоризонтной РЛС.

В августе 1964 г. после обсуждения состояния и перспектив работ по НИР "Дуга-1" на научно-техническом совете НИИ ДАР с назначенным к тому времени главным инженером института Ф. А. Кузьминским было решено доложить этот вопрос министру радиопромышленности В. Д. Калмыкову. На совещании присутствовали первый заместитель министра Г. П. Казанский и академик А. Л. Минц. Казанский высказал осторожную точку зрения: "Ещё недостаточно исходных данных, надо продолжить экспериментальные работы". На это возразил Минц: "Мы в своё время начали проектировать синхрофазотрон, не имея задания и не зная, как к этому подойти. Нельзя противопоставлять научно-исследовательские и инженерно-конструкторские работы".

Выслушав все "за" и "против", Калмыков сказал: "Задача раннего предупреждения для нашей страны чрезвычайно важна. Мы не имеем баз вблизи континента США, чтобы обнаруживать МБР с момента их старта. Поэтому, несмотря на отсутствие многих исходных данных, необходимо идти на риск и создавать в Николаеве опытный образец ЗГ РЛС. Обязываю вас разработать в 1965 г. аванпроект этого радиолокатора и приступить к разработке технической документации на аппаратуру, т. е. перейти к ОКР".

Комплекс работ по НИР "Дуга-1" НИИ ДАР выполнял на экспериментальной установке, которую смонтировали в районе г. Николаева (около с. Калиновка). В 1964 г. она впервые засекла ракету, стартовавшую с Байконура, на дальности 3000 км.

После завершения НИР "Дуга-1" в 1965 г. в НИИ ДАР приступили к следующему этапу работ. На том же месте, в г. Николаеве, с МО и Комиссией по военно-промышленным вопросам МБР.

30 июня 1965 г. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР НИИ ДАР было поручено создать опытный сокращённый образец ЗГ РЛС "Дуга-2". В 1966 г. в районе г. Николаева начаты строительные работы опытного сокращённого образца ЗГ РЛС 5Н77 "Дуга-2". Приёмный центр радиолокационного узла находился около г. Николаева, передающий центр — около п. Луч на границе Николаевской и Херсонской областей.

А затем были построены и две боевые ЗГ РЛС "Дуга": одна — близ Чернобыля, другая — в районе г. Комсомольска-на-Амуре. Они должны были входить в систему предупреждения о ракетном нападении и были направлены на Северную Америку (только с разных сторон земного шара). Две "Дуги", дублируя друг друга, контролировали всю территорию США и обширные прилегающие пространства. Они должны были обнаруживать пуски баллистических ракет у самой поверхности Земли, чтобы ответный ядерный удар был нанесён как можно раньше. Дальность их действия достигала фантастических 10 тыс. км. Она достигалась благодаря многократному отражению сигнала от ионосферы и поверхности Земли. Высота этой станции близ Чернобыля составляла около 150 м, длина — 800 м. Она потребляла такое количество электроэнергии, что специально была построена практически вплотную к чернобыльской АЭС.

Следует заметить, что многоскачковые ЗГ РЛС имели существенный недостаток — они не обладали точностью. "Дуги" не позволяли точно определять координаты целей из-за того, что луч несколько раз отражался от ионосферы. Дополнительные искажения в работу вносили хаотические возмущения ионосферы, которые тогда были слабо изучены, а компенсация этих искажений ещё не была отработана.

Строительство боевых "Дуг" было начато до завершения экспериментов на опытной станции в Николаеве, когда ещё не был накоплен достаточный опыт загоризонтной локации. К тому же уже в конце 80-х американцы построили в Норвегии, а затем и в Японии, и на Аляске мощные излучающие системы. Они должны были создавать нелинейные эффекты в ионосфере, мешающие нормальному функционированию ЗГ РЛС. С этими эффектами научились бороться, правда, не сразу.

Но тем не менее система раннего предупреждения обходилась надгоризонтными станциями, которые могли обнаруживать не взлетающие баллистические ракеты, а только их атакующие боевые блоки. Сегодня комплексное обнаружение пусков баллистических ракет в системе предупреждения о ракетном нападении выполняет космический эшелон в составе спутниковой группировки.

После событий 26 апреля 1986 г. станция в Чернобыле, проработавшая всего около года, была заморожена. Её эксплуатация была прекращена в связи с возможным повреждением электронного оборудования. В настоящий момент в "мёртвом" городе Припять водят экскурсии, в том числе и к подножию РЛС, но забираться на 150-метровую высоту рискуют лишь единицы.

А ещё ЗГ РЛС "Дуга" успела оставить свой след в истории. В частности, она породила массу сказок о "психотронном излучении" и "климатическом оружии". Дело в том, что начало работы "странной советской радиостанции" в 1976 г. невозможно было не заметить. Мощность сигнала была такова, что он принимался обычными радиоприёмниками по всему миру и был слышен как пульсирующий стук, благодаря которому неведомая станция быстро получила прозвище "Русский дятел" (Russian Woodpecker). Вдобавок "Дуга" нарушала радиосвязь, поскольку работала на частотах, которые активно использовались по всему миру.

Так завершилась история первой отечественной ЗГ РЛС. Разумеется, она была не последней ни у нас, ни во всём мире. Поэтому наш рассказ на этом не заканчивается.

По материалам ***mirtayn.ru, ruqrz.com, jre.cplire.ru, sdelanounas.ru, army-news.ru, topwar.ru, vk.com***

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Производство радиоэлектронной аппаратуры и бытовой техники в России

К десятилетнему юбилею российского завода "Самсунг Электроникс"

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

В отечественных СМИ часто звучат такие понятия, как высокие технологии, отечественное производство, импортозамещение, локализация и другие термины в отношении настоящего и будущего отечественной промышленности, в частности радиоэлектронной отрасли. С другой стороны, бытует мнение, что производство отечественной радиоэлектронной аппаратуры и бытовой техники в России весьма ограничено, а всё "содержимое" супермаркетов, торгующих такими товарами, произведено в Китае, Корее и других странах Юго-Восточной Азии. Попробуем немного прояснить ситуацию в этом вопросе.

Вряд ли кто-то станет возражать, что высокотехнологичное производство радиоэлектроники в России представлено в оборонно-промышленном комплексе, космической отрасли и специальных отраслях промышленности, однако широкой публике, по понятным причинам, в этом отношении известно немного. А вот потребительская электроника и бытовая техника у всех на виду, соответствующие магазины предлагают широчайший выбор техники под такими всемирно известными брендами, как Samsung, LG, Bosch, Siemens, Indesit, Ariston, Beko, Candy, Haier. Многие, конечно, знают, что продукцию перечисленных фирм собирают в России из поставляемых этими компаниями компонентов. Однако в реальности картина разительно отличается от таких представлений об "отвёрточной сборке".

Все перечисленные выше компании имеют в России собственные заводы, а многие из них построили предприятия с нуля в "чистом поле" (**рис. 1**). Предприятия с тысячами российских рабочих и инженеров платят налоги в России, а продукция ряда из них продаётся не только в России, но и экспортируется в десятки зарубежных стран, в том числе в страны Евросоюза.

Пожалуй, наиболее известной иностранной "электронной" компанией из имеющих собственное производство в России является корпорация Samsung Electronics Co., Ltd. Предприятие ООО "Самсунг Электроникс Рус Калуга" (Samsung Electronics Rus Kaluga — SERK), отметившее в сентябре 2018 г. десятилетний юбилей, расположено в индустриальном парке "Ворсино" Калужской области. На территории этого индустриального парка расположены крупнейший в России логистический центр Samsung Russian Distribution Center (SRDC), таможня и грузовой железнодорожный центр "Freight Village Ворсино". Используя их возможности, компания Samsung Electronics создала грузораспределительный комплекс для поставок комплектующих и материалов на свои заводы и сервисные центры в России, Венгрии, Словакии и Польше. Поставки осуществляются по новому, укороченному маршруту по железной дороге через Китай от города Далянь с переходом границы в Забайкальске (Читинская обл.), затем по Транссибу и другим железным дорогам России до "Ворсино". Для сравнения — доставка грузов из Кореи морем через Суэцкий канал занимает 50 суток, через Находку и Транссиб — 30 суток, по новому маршруту — 20 суток, и этот маршрут уже активно используется с 2016 г.

Сегодня SERK обеспечивает российский рынок ЖК-телевизоров, мониторов и стиральных машин под маркой Samsung на 100 %, а также поставляет продукцию в страны бывшего СССР и



Рис. 1

Монголию, а стиральные машины — во многие европейские страны. На **рис. 2 (см. 2-ю с. обложки)** показаны производственные помещения SERK и логистический центр SRDC.

Строительство завода SERK началось летом 2007 г., менее чем через год было запущено производство телевизоров и печатных плат, а уже больше десяти лет назад, 4 сентября 2008 г., состоялось торжественное открытие завода, на котором присутствовали вице-президент "Самсунг" г-н Юн Ву и губернатор Калужской области Анатолий Артамонов. В 2011 г. выпущен десятимиллионный телевизор, в 2012 г. запущено производство стиральных машин, а в 2013 г. выпущен пятимиллионный монитор. К своему десятилетию завод запустил в производство новую линейку интерьерных телевизоров сверхвысокой чёткости UHD/4K под логотипом The Frame и телевизоров с дисплеем на квантовых точках QLED второго поколения.

К 2010 г. на заводе работали четыре современные японские производственные линии поверхностного монтажа компонентов на печатные платы, в состав которых входили установщики компонентов, печи для оплавления припоя, установки для селективной пайки компонентов и другое оборудование. Каждая линия позволяет устанавливать до двух миллионов компонентов в сутки, к настоящему времени на заводе работают уже двенадцать таких линий. Крупные узлы на платы устанавливают вручную, после чего платы поступают на основной конвейер. На **рис. 3 (см. 2-ю с. обложки)** показаны установщики компонентов, участок пайки и печи, участок ручного монтажа и конвейер на заводе SERK.

Отличительной особенностью завода SERK от других предприятий Samsung за пределами Кореи является наличие собственного производства пластмассовых изделий — корпусов, панелей, подставок для телевизоров и других пластиковых узлов. На начальном этапе работы завода компоненты для пластмасс поставлялись из Кореи, остальные технологические операции по производству панелей и подставок, а также всех других пластиковых деталей производятся непосредственно на заводе. На **рис. 4** показаны некоторые этапы производства пластмассовых изделий на заводе SERK: получение гранулированных полуфабрикатов, их расплавление в автоклавах, прессование изделий на термопластиковых автоматах, контроль качества готовых панелей ЖК-телевизоров.

Производство пластмассовых изделий на заводе ведётся по современным технологиям, таким как Hot Stamping и Touch of Color. Hot Stamping (горячее тиснение) позволяет наносить фольгу и окрашенную плёнку на пластиковые детали методом горячей штамповки. Touch of Color (прикосновение цвета) заключается в нанесении тонкой цветной окантовки по краям корпусов аппаратов, что придаёт определённое "оживление" чёрным глянцевым поверхностям телевизоров и мониторов.

Производство стиральных машин (СМ) на заводе SERK стартовало в октябре 2012 г., комплектующие для СМ на начальном этапе поставлялись с других заводов "Самсунг", однако в дальнейшем производство комплектующих на месте постоянно увеличивалось, и к настоящему времени локализация производства достигает 75 %. В рамках программы импортозамещения налажены поставки продукции российских компаний, таких как стальные основы для передней и задней частей корпусов СМ, резиновых уплотнителей-манжетов для дверец, противовесов, белых МДФ-панелей для верхних крышек, серебристых локальных панелей и приводных валов.



Рис. 4



Рис. 5

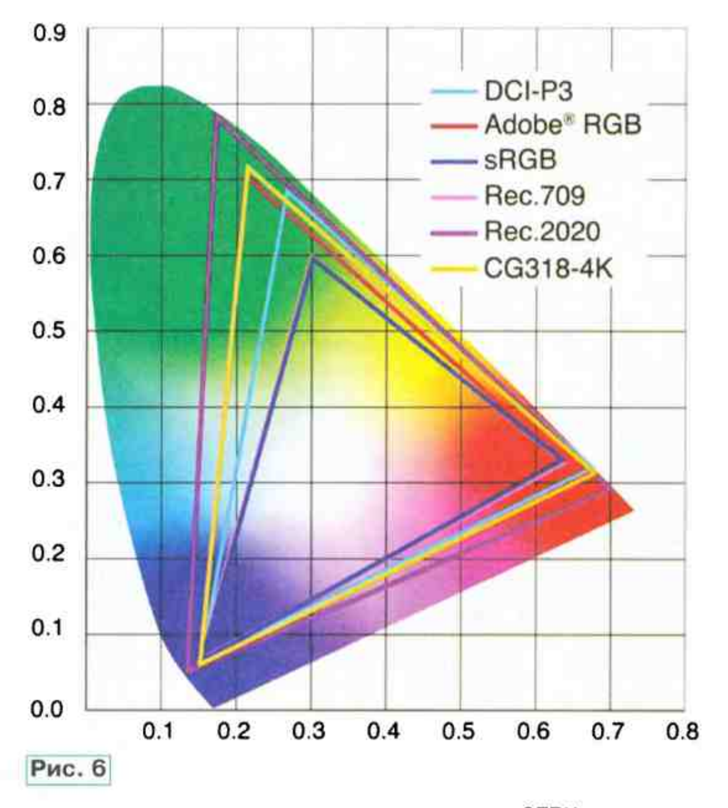


Рис. 6

На самом заводе налажено производство задних и сливных шлангопроводов, машинных барабанов из нержавеющей стали, дренажных насосов, и всё это — из сырья российских поставщиков. Среди них такие компании, как ООО "Донг Чжин Корус" (Калужская обл.), "Полипластик" (г. Москва), "Евродизайн" (г. Смоленск), ООО "Русское Литьё" (Владимирская обл.), ООО "СЭД-Сызрань", ПАО "НЛМК" и ряд других. В рамках мероприятий по повышению уровня локализации SERK привлекает и зарубежных партнёров, в том числе корейских. На территории "Ворсино" открыто несколько предприятий для производства комплектующих. С сентября 2016 г. SERK начал поставки стиральных машин в Европу, в том числе в Швецию, Данию, Италию, Австрию, что не позволяет сомневаться в качестве российской продукции завода.

В октябре 2016 г. на территории "Ворсино" был торжественно открыт завод пластмассовых и резинотехнических изделий корейской компании ООО "Д.А.Рус", основным потребителем продукции которой является "Самсунг Электроникс".

В 2018 г. с целью повышения эффективности и оптимизации производственных процессов линии производства телевизоров прошли глубокую модернизацию и были оснащены самым современным оборудованием. В результате завод сможет выпускать самые последние модели телевизоров UHD/4K, QLED, а к концу 2018 г. — первую модель телевизора UHD с разрешением 8K.

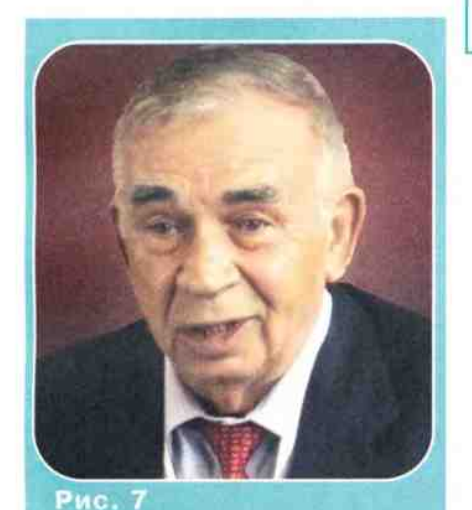
Степень автоматизации производственных процессов на заводе весьма высока, интересной "изюминкой" в этом отношении являются роботы-тележки, снующие по цехам и останавливающиеся для пропуска "пешеходов" (**рис. 5**). Несмотря на высокую степень автоматизации производства, с конвейера которого каждые восемь секунд сходит новый телевизор и более 2000 СМ за восьмичасовую смену, на заводе SERK занято более 1500 человек. Рабочие и инженерно-технические работники привлекаются в основном из близлежащих городов Калужской области, более 300 человек работают на условиях аутсорсинга, средний возраст сотрудников — 31 год. Руководство завода уделяет большое внимание вопросам профессионального обучения сотрудников, молодым специалистам предоставляются возможности изучения иностранных языков и стажировок на предприятиях "Самсунг" в других странах.

Основные производственные линии завода выпускают более 100 моделей ЖК-телевизоров и мониторов, включая модели высокой чёткости Full HD, сверхвысокой чёткости UHD/4K, с изогнутым экраном Curve, с обратной подсветкой на основе квантовых точек QLED и интерьерные телевизоры The Frame. В 2014 г. на заводе было создано подразделение коммерческой продукции (B2B) и открыт демонстрационный зал новейших B2B решений для образования, здравоохранения, транспорта, телекоммуникаций и промышленности.

Рассмотрим особенности самых последних технологических достижений "Самсунг Электроникс" в области ЖК-телевизоров с обратной подсветкой на квантовых точках QLED.

Квантовые точки (Quantum Dots) представляют собой нанокристаллы, способные светиться различными цветами в зависимости от их размеров и материалов, из которых они изготовлены. С их помощью возможно получение спектрально чистых основных цветов — красного, зелёного и синего. Использование квантовых точек в системах подсветки ЖК-дисплеев позволяет расширить цветовой охват до стандарта Adobe RGB, более широкого, чем обычно используемый стандарт sRGB. На **рис. 6** показаны цветовые охваты стандартов sRGB, Adobe RGB и других на фоне диаграммы цветов, которые может различать человеческое зрение, из рисунка видно, что ещё есть куда совершенствовать цветные дисплеи.

Впервые квантовые точки получил советский физик Алексей Иванович Екимов (род. в 1945 г.; фото на **рис. 7**) в 1981 г. во время работы в Государственном оптическом институте имени С. И. Вавилова. В 2006 г. Алексею Екимову, Александру Эфросу и Луису Брюсу оптическим обществом (OSA) была присуждена премия Вуда за "Открытие нанокристаллических квантовых точек". Международная премия, учреждённая в 1975 г. в честь американского физика-экспериментатора Роберта Уильямса Вуда, вручается за выдающиеся достижения, изобретения или открытия в оптике.


Рис. 7

Разработкой ЖК-дисплеев с QD-подсветкой занимаются многие ведущие производители, в том числе Sony и Samsung Electronics. Реализовать экран с квантовыми точками можно фотолюминесцентным (QD-PL) или электролюминесцентным (QD-EL) способом. В первом случае квантовые точки активируются светом (ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой), во втором случае — электрическим сигналом, управляющим каждой пиксельной ячейкой экрана из квантовых точек. Вариант QD-PL может быть реализован различными способами (QDDot, QD Rail, QDEF, QD-Glass, QDCF), однако практически реализовать их все по разным причинам не удаётся. Упрощённо один из вариантов реализации экрана на квантовых точках в сравнении с обычным ЖК-экраном показан на **рис. 8**.


Рис. 9


Рис. 10

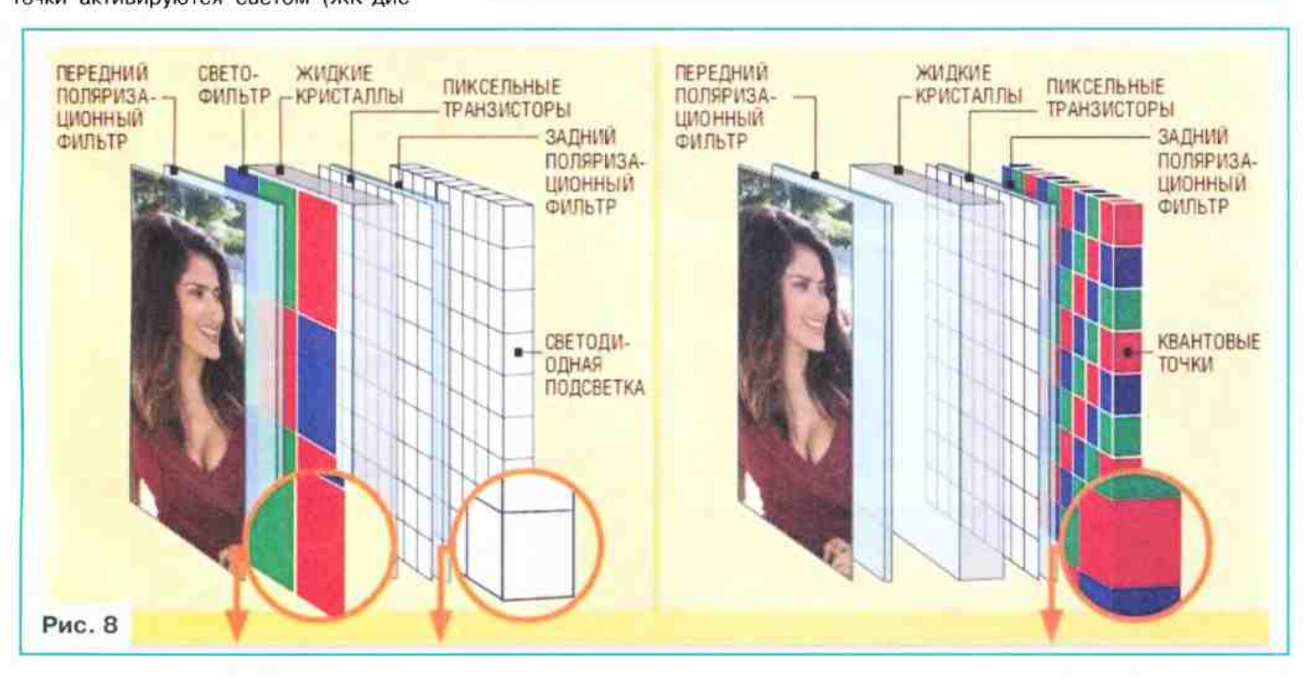


Рис. 8

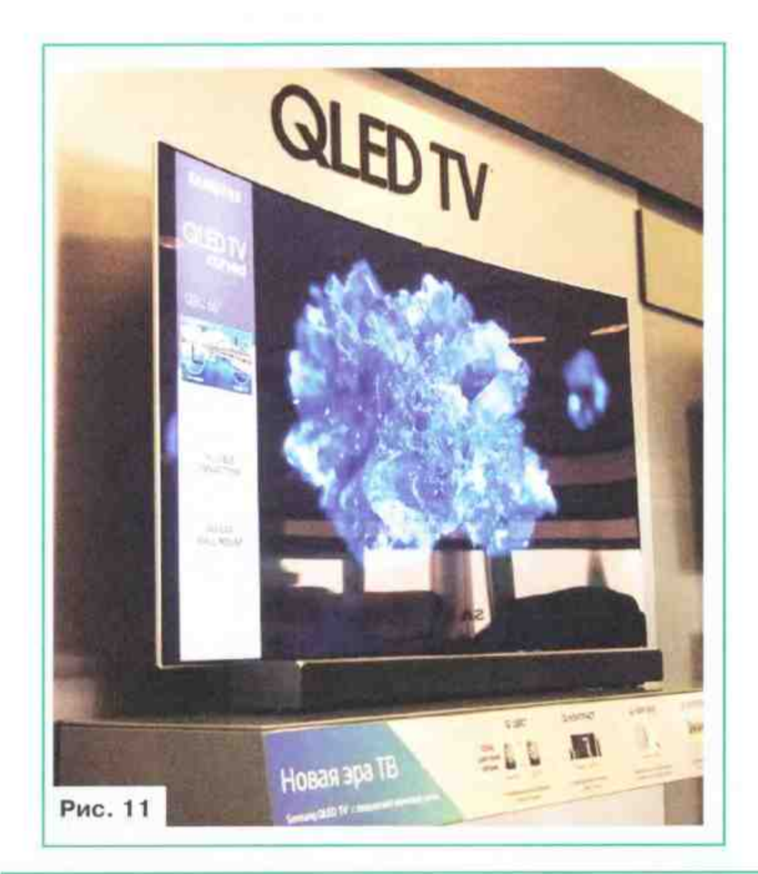


Рис. 11

Работы в области экранов на квантовых точках "Самсунг" начал ещё в 2011 г., когда продемонстрировал прототип QLED-дисплея. Однако первые в мире коммерческие телевизоры на квантовых точках KD-55X9000A, KD-65X9000A (**рис. 9**) представила в 2013 г. компания Sony под логотипом QD Vision.

Впервые коммерческие телевизоры UHD Samsung KS9800 с кадмиевыми квантовыми точками компания "Самсунг" продемонстрировала на выставке бытовой электроники IFA2016 в Берлине (**рис. 10**). В линейку телевизоров KS9800 входят модели с диагоналями 88/78/65 дюймов с поддержкой стандарта HDR1000. Надо сказать, что существует несколько технологий "расширенного динамического диапазона" HDR для телевидения (не путать с HDR для фотографий) и их вариантов, многие из которых носят коммерческий характер, определяемый производителями аппаратуры. Наибольшее применение нашли две технологии — Ultra HD Premium (HDR10) с десятиразрядным представлением сигнала изображения, поддерживаемая сообществом UHD Alliance, и HDR Dolby Vision с двенадцатиразрядным сигналом компании Dolby. Стоит отметить, что компания "Самсунг Электроникс" разработала улучшенный вариант стандарта HDR10 — HDR10+, а также собственные варианты HDR EliteMaxTM, HDR Elite, QHDR2000 и другие.

Рис. 13



Телевизоры UHD с расширенным динамическим диапазоном HDR (High Dynamic Range) с поддержкой стандартов UHD Alliance должны иметь разрешение экранов не менее 3840×2160 пикселей, поддерживать десятиразрядное представление сигналов изображения с цветовой палитрой Wide Color Gamut и цветовым представлением в пространстве BT.2020, цветовой охват должен быть не менее 93 % цветов пространства DCI-P3, используемого в цифровых кинотеатрах (см. рис. 6). Пиковая яркость должна быть не менее 1000 нит, а уровень чёрного — не более 0,05 нит (вариант HDR1000), второй допустимый вариант — не менее 540 нит и не более 0,0005 нит соответственно (1 нит = 1 кд/м^2).

QLED-телевизоры Samsung нового поколения были представлены в начале 2017 г., а уже в апреле на заводе SERK были запущены в производство QLED-телевизоры линеек Q7F/C, Q8C, Q9F (**рис. 11**).

В 2018 г. было расширено производство QLED-телевизоров с плоским экраном в линейках Q9Flat, Q7Flat, Q6Flat, а также начат выпуск первого коммерческого QLED-телевизора Q900R с разрешением экрана 7680×4320 пикселей (8K, см. **рис. 12 на 2-й с. обложки**). Все модели телевизоров новых линеек поддерживают стандарты HDR10, HDR10+, HDR EliteMaxTM, обеспечивающие цветопередачу, более близкую к требованиям стандарта Dolby Vision. Следует отметить, что QLED-телевизоры относятся в основном к премиальному классу с немалой ценой в десятки, а то и сотни тысяч рублей, по функциональности они сравнимы с высокопроизводительными ПК.

В 2018 г. в ассортименте выпускаемой продукции компании появились интерьерные UHD/4K телевизоры The Frame (рама), внешний вид которых разработал швейцарский дизайнер Ив Беар (Yves Behar). Телевизоры в режиме ожидания выглядят как обычные картины в рамах (**рис. 13**). Для телевизоров этой серии разработано специальное приложение "Магазин Искусств" (Art Store), подписавшись на которое, можно получить доступ к мировым шедеврам из лучших музеев и галерей мира. Кроме этого, имеется возможность подключения к "облачной" галерее "Самсунг". Телевизоры оснащены датчиками движения, включающими аппарат при входе в помещение людей. В комплект поставки, кроме самого телевизора, входят модуль с электроникой One Connect, соединяемый с дисплеем одним малозаметным кабелем с оптоволокном в виде декоративного шнура, а также узел крепления дисплея к стене практически без зазора. Функциональность телевизоров The Frame не хуже, чем у премиальных UHD/4K Smart телевизоров "Самсунг".

Завод SERK уже на протяжении многих лет работает с прибылью и успешно развивает производство. В 2018 г. в России наблюдался хороший спрос на телевизоры с большими экранами, и завод отлично справлялся с их производством. Создание действующего высокотехнологического производства на территории России стало одним из примеров успешного сотрудничества России и Республики Корея.

Активная АС для DVD-T2 приставки

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Для приёма передач цифрового телевидения и радиовещания часто применяют компактные DVB-T2 приставки, которые обычно подключают к телевизорам, не имеющим такой функции. В настоящее время в цифровом "пакете" транслируются программы пока всего трёх радиостанций, прослушивать передачи которых с помощью телевизора нерационально из-за бесполезного расходования его ресурса и большого энергопотребления. Чтобы прослушивать радиовещательные программы, к такой приставке можно подключить небольшую активную АС. В этом случае, а также когда телеприставка используется как аудиоплейер, телевизор можно не включать.

Схема активной АС представлена на **рис. 1**. УМЗЧ собран на специализированной интегральной микросхеме DA1, представляющей собой одноканальный мостовой усилитель с однополярным питанием. Его максимальная выходная мощность — 6 Вт, напряжение питания — 6...18 В, коэффициент нелинейных искажений при выходной мощности 1 Вт — не более 0,1 %.

На входе усилителя установлены два двухканальных аудиовхода/выхода — гнёзда XS2, XS3, XS5, XS6 ("тюльпаны") и штекер XP1. Поэтому это устройство дополнительно является разветвителем/переходником/удлинителем, что упрощает его подключение к различным телевизионным приставкам, например, к телевизору или к мощному УМЗЧ. Без дополнительных коммутаций входных сигналов можно включить звуковое сопровождение как в этой активной АС, так и в телевизоре или в другом УМЗЧ. Кроме того, аудиовходы этого устрой-

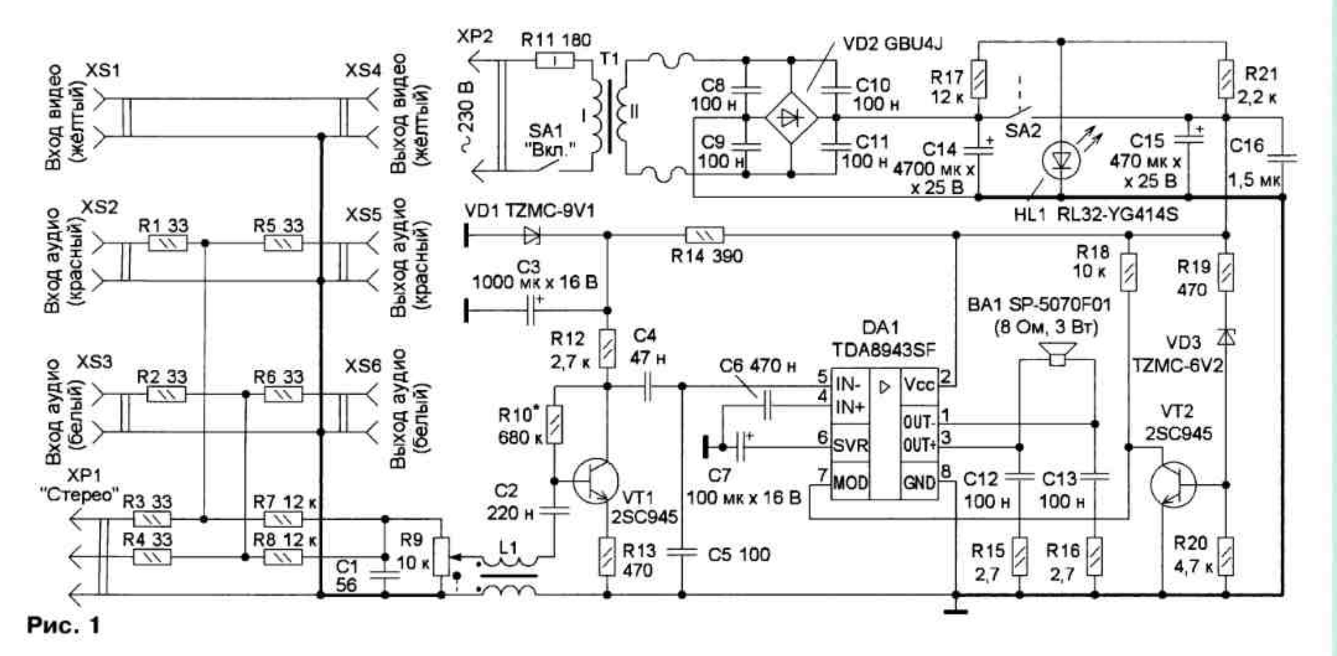


Рис. 1

ства можно подключить к двум или трём источникам звукового сигнала. Гнёзда XS1 и XS4 используются в случае, если кабель, по которому передаётся видеосигнал, имеет недостаточную длину, чтобы подключить его непосредственно к телевизору. В таком случае провод от приставки подключают к гнезду XS1, а провод, идущий к телевизору, — к гнезду XS4. Обратите внимание, что сигнальный провод, по которому передаётся композитный видеосигнал, должен иметь волновое сопротивление 75 Ом. Большинство сигнальных проводов с "тюльпанами", которыми комплектуются DVB-T2 приставки, не удовлетворяют этому требованию.

На регулятор громкости — переменный резистор R9 сигналы ЗЧ поступают через сумматор на резисторах R7 и R8. Поскольку усиление микросхемы DA1 может оказаться недостаточным, установлен дополнительный усилительный каскад на транзисторе VT1. Этот каскад питается стабилизированным напряжением 9 В через фильтр R14C3. С коллектора транзистора VT1 напряжение ЗЧ через разделительный конденсатор C4 поступает на инвертирующий вход микросхемы DA1. К её выходам подключена нагрузка — динамическая головка BA1. Демпфирующие цепи R15C12 и R16C13 предотвращают возможное самовозбуждение микросхемы на ультразвуковых частотах. Для предотвращения самовозбуждения всего усилителя на инфранизких частотах конденсатор C7 установлен на порядок большей ёмкости по сравнению с типовой схемой включения. Максимальная выходная мощность УМЗЧ при питании напряжением 9 В — около 3 Вт, максимальный размах сигнала ЗЧ на выходе — 16 В, ток покоя усилителя — 30 мА.

Чтобы предотвратить неприятные хрипы усилителя при выключении питания, установлен транзистор VT2, который закрывается при напряжении питания менее 7 В, тем самым выключая микросхему DA1. Конденсаторы C1 и C5 предотвращают поступление на вход усилителя сигналов с радиочастотой.

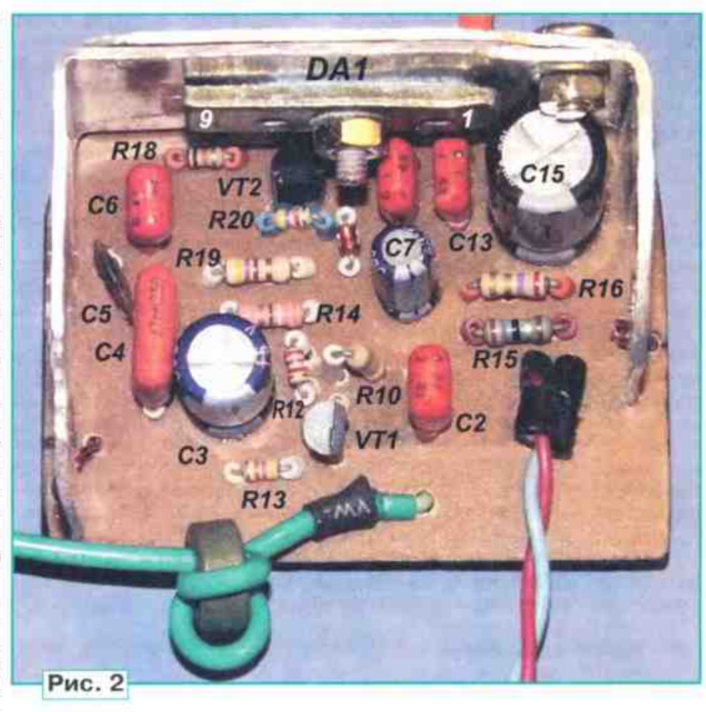


Рис. 2

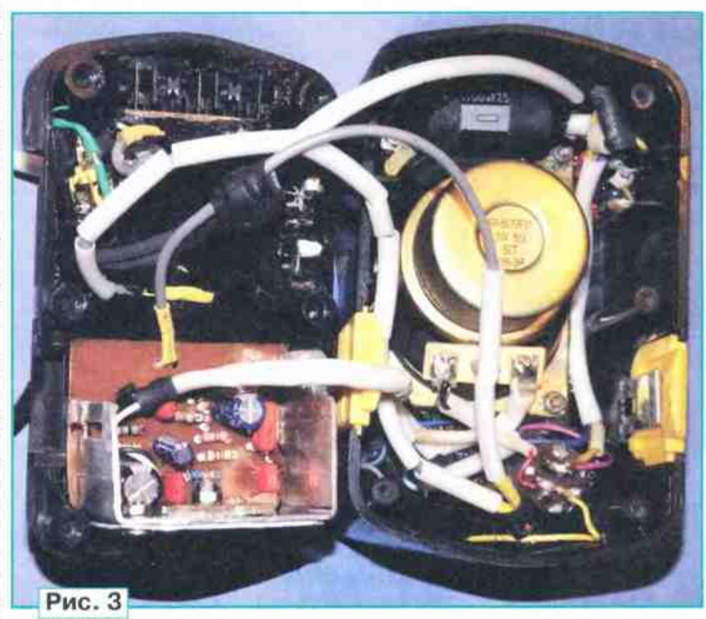

Рис. 3



Рис. 4

УМЗЧ питается нестабилизированным постоянным напряжением 9...13 В. SA2 — выключатель питания усилителя. Когда оно выключено, светодиод HL1 светит слабо. Напряжение сети 230 В поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1 через замкнутые контакты выключателя SA1 и защитный резистор R11. С вторичной обмотки T1 переменное напряжение 10 В поступает на мостовой диодный выпрямитель VD2. Конденсатор C14 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Для питания использован адаптер-сетевая вилка модели AA-091ABN, изначально предназначенный для питания модемов "Zyxel" и обеспечивающий выходное переменное напряжение 9 В при токе до 1 А. Поскольку этот адаптер сравнительно тяжёлый (масса около 300 г), выступающая часть его корпуса вместе со штырями сетевой вилки срезана, а для подключения к сети установлен провод длиной 1 м с сетевой вилкой XP2. После установки в корпус адаптера резистора R11 на место срезанной части в его корпус вклеена пластмассовая заглушка. Сетевой выключатель SA1 — клавишный, установлен в разрыв провода питания.

Большинство деталей УМЗЧ установлены на пластмассовой монтажной плате размерами 52×45 мм (**рис. 2**). Монтаж — двухсторонний навесной. Резистор R11 — импортный, невоспламеняемый или разрывной, подойдёт отечественный Р1-7-1. Переменный резистор R9 — СП3-4гМ, совмещённый с выключателем питания (SA2). Если питание конструкции от автономных источников не предполагается, можно установить переменный резистор сопротивлением 10...50 кОм без выключателя. Корпус переменного резистора соединён с общим проводом. Остальные резисторы — любые малогабаритные. Резисторы R1—R8, R17 и R21 приклеены к пластмассовому корпусу устройства. Конденсаторы C1, C5 и C16 — керамические, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — малогабаритные плёночные. Конденсатор C14 приклеен к корпусу, если возможно, желательно установить параллельно два

таких конденсатора. Конденсаторы С8—С11 припаяны к выводам диодного моста. Конденсаторы С15 и С16 должны быть установлены как можно ближе к выводам питания микросхемы DA1.

Вместо стабилитрона TZMC-9V1 можно применить стабилитрон BZV55C-9V1, 1N4739A, КС191А, КС191Ж, Д814Б1. Стабилитрон TZMC-6V2 можно заменить стабилитроном BZV55C-6V8, BZV55C-6V8, 1N4735A, КС162А, КС168А. Замена диодного моста GBU4J — мост KBL005—KBL10, RS401—RS407, RS601—RS607 или другой, рассчитанный на ток 3 А. Относительно мощный диодный мост применён для удобства его монтажа и из-за его плохого охлаждения. Светодиод RL32-YG414S (зелёного свечения, диаметр корпуса — 3 мм) можно заменить любым без встроенных резисторов, например, из серий КИПД66, L-1344. Вместо транзисторов 2SC945 подойдут любые из серий 2SC815, 2SC1815, 2SC1845, SS9014, PN2222. Сопротивление резистора R10 подбирают таким образом, чтобы при отсутствии на коллекторе транзистора VT1 было напряжение 4...5 В.

Микросхема TDA8943SF установлена на П-образный дюралюминиевый теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности около 32 см² (одна сторона). Теплоотвод электрически соединён с общим проводом. Если в этой АС применить динамическую головку с сопротивлением катушки 16 Ом, вместо этой микросхемы можно использовать микросхему TDA8941P, но тип корпуса и назначение выводов отличаются. Соответствие их выводов приведено в **таблице**. К корпусу микросхемы TDA8941P приклеивают медный или латунный теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности не менее 6 см².

Номер вывода м/сх TDA8943SF	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер вывода м/сх TDA8941P	7	1	2	3	5	6	4	8

При отсутствии упомянутого сетевого адаптера можно применить унифицированный трансформатор ТП114-2. Для самостоятельного изготовления трансформатора подойдёт Ш-образный магнитопровод с площадью центрального керна 4,5...5 см². Первичная обмотка — 2520 витков обмоточного провода диаметром 0,14 мм. Вторичная обмотка — 116 витков обмоточного провода диаметром 0,51...0,62 мм. Пластины магнитопровода собирают вперекрышку. Дроссель L1 содержит два витка экранированного провода на кольцевом ферритовом магнитопроводе диаметром 10 мм от КЛЛ. Все входные сигнальные цепи выполнены экранированными проводами.

Динамическая головка — широкополосная SP-5070F01, сопротивление катушки — 8 Ом, мощность — 3 Вт, размеры диффузородержателя — 50×70 мм. Эта динамическая головка имеет мягкий подвес диффузора и закрытую магнитную систему. Имея небольшие размеры, отличается относительно хорошим воспроизведением низких звуковых частот. Корпус динамической головки соединён с общим проводом. Через резиновую прокладку толщиной 3 мм головка закреплена таким образом, чтобы исключить биение мембраны о корпус устройства.

Для сборки конструкции использованы термоклей, клей "Квинтол", БФ-19 и самодельный клей, сделанный из растворённого в ацетоне полистирола. Следует учесть, что не любой полистирол хорошо растворяется в органических растворителях, а клей БФ-19 до полного высыхания (несколько недель) незначительно электропроводен. Размеры корпуса устройства — 120×73×58 мм, был использован пластмассовый корпус от 18 В батареи Ni-Cd аккумуляторов от ручного шуруповёрта. Вид на размещение элементов в корпусе показан на **рис. 3**, вид всего устройства в сборе — на **рис. 4**. На передней панели корпуса закреплена декоративная защитная пластина из перфорированной отверстиями жести. Масса устройства (без блока питания) — 350 г. При отсутствии сигнала устройство потребляет от сети мощность 1,5 Вт, а при максимальной громкости — 6...8 Вт.



Вспомним QUAD 405

А. ПЕТРОВ, г. Могилёв, Беларусь

Благодаря высоким оценкам качества звучания усилитель QUAD 405 был очень популярен, и любительские версии устройства были представлены в трёх статьях ("Радио", 1979, № 12; 1984, № 5; Радиоежегодник 83), где описывались их схемотехнические особенности, печатные платы и налаживание.

В предлагаемой вниманию читателей статье автор по просьбе редактора представил ряд характеристик и параметров модели, близкой к оригинальной версии усилителя.

При подготовке этой статьи основной целью было показать в компьютерной модели (в программе Microcap9) различия в некоторых параметрах между оригинальной схемой усилителя и её любительскими модификациями в части замены оригинальных компонентов и полупроводниковых приборов. Именно моделирование даёт возможность сравнивать схемы, а не реальные конструкции, в которых при неудачном монтаже сигнальных цепей или соединений в цепи общего провода можно обнаружить существенные расхождения в характеристиках и параметрах в сравнении с промышленным оригиналом усилителя мощности. Кроме того, программные средства обеспечивают очень малые искажения измерительных сигналов в большом динамическом диапазоне.

Отличительной особенностью усилителя QUAD 405 является использование в выходном каскаде экономичного режима класса В, а снижение нелинейных искажений в усилителе достигнуто с помощью ООС и коррекцией с использованием прямой связи — "feed forward error correction". Более подробно ознакомиться с принципом действия такой коррекции можно в [1].

Было много реализаций данного усилителя, как с разным напряжением питания, так и на различной элементной базе. Вниманию радиолюбителей предлагается анализ варианта, максимально приближенного к оригиналу и описанного в [2]. Схема испытываемой модели усилителя показана на **рис. 1**.

Первый каскад усилителя представляет собой предварительный усилитель напряжения на ОУ DA1 с коэффициентом усиления по переменному току, равным 10 (20 дБ) и заданным цепью ООС R4R6C3. Второй каскад усиления напряжения (УН) и выходной каскад (ВК) усиления мощности выполнены на транзисторах и охвачены глубокой токовой ОС (ТОС) с коэффициентом усиления по напряжению 3,8 (около 12 дБ). УМЗЧ имеет входное сопротивление около 20 кОм (параллельно включённые резисторы R1 и R2) и практически некритичен к импедансу источника сигнала. Весь усилитель охвачен ООС по постоянному току через цепь R3R4C2 с частотой среза 0,3 Гц.

В оригинальной конструкции применён ОУ LM301, близким аналогом кото-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 1

рого является ОУ микросхемы К157УД2. Разработанная схема каскада предварительного усиления мало критична к выбору типа ОУ; можно использовать широко распространённые THS4061, LT1357, LT1122, OP37, OP42, OPA604, NE5534, LM318, TL071 и многие другие.

Тем не менее следует отметить, что УМЗЧ очень критичен к выбору некоторых элементов схемы.

Так, в частности, нелинейные искажения в каскадах с высоким уровнем сигнала подавляются благодаря действию ТОС с использованием метода коррекции нелинейности (подробнее об этом в [1]); минимум искажений достигается при условии баланса моста, выражаемого формулой

$L3/C7 = R13 \cdot R32$.

На низких частотах баланс моста с узлами в точках A, B, C, D нарушается, и

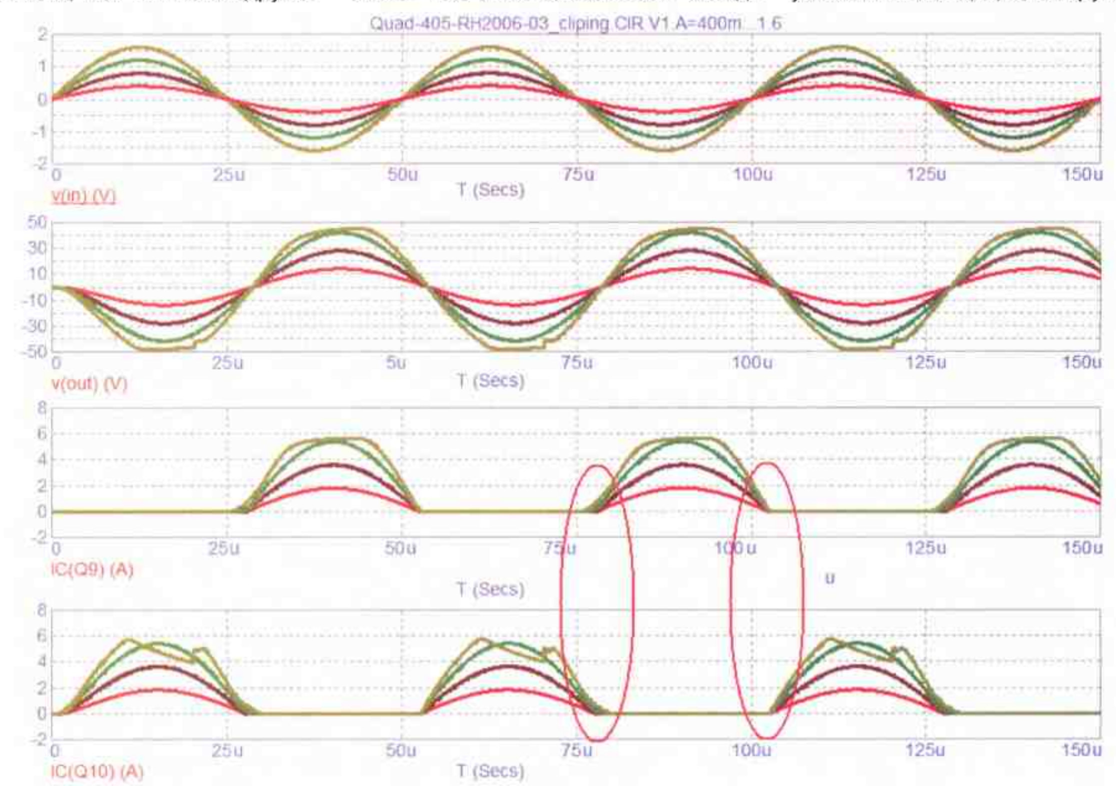


Рис. 2

Рис. 3

малые искажения обеспечиваются глубокой ТОС, охватывающей два каскада УМЗЧ.

Следует отметить, что верхнее и нижнее плечи этого моста слева соединяются не непосредственно в точке А, а через каскад на транзисторе Q2, передающий ток от нижнего плеча моста. В связи с этой особенностью, как выясни-

Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 5

лось в процессе измерений, наличие этого транзистора и RC-цепи в цепи его базы существенно влияет на уровень интермодуляционных искажений. Кроме того, баланс моста L3/C7 = R13·R32, который рекомендуется производить на верхних звуковых частотах подбором конденсатора C7 по минимуму гармонических искажений, при изменении ёмкости конденсатора C7 нарушается, и искажения (гармонические, интермодуляционные, коммутационные) возрастают в несколько раз, а при исключении этого конденсатора или замыкании катушки индуктивности L3 усилитель теряет устойчивость и возбуждается.

Оба плеча двухтактного выходного каскада выполнены на составных комплементарных транзисторах по схеме Шиклаи. Режимы транзисторов ВК по току в покое, без сигнала: ток коллектора транзистора Q7 равен 67 мА, из них 18 мА ответвляются через резистор R32 (резистор моста коррекции прямой связи) к транзистору Q8. Таким образом, ток покоя транзистора Q8 примерно равен току через резистор R32 и, по сути,

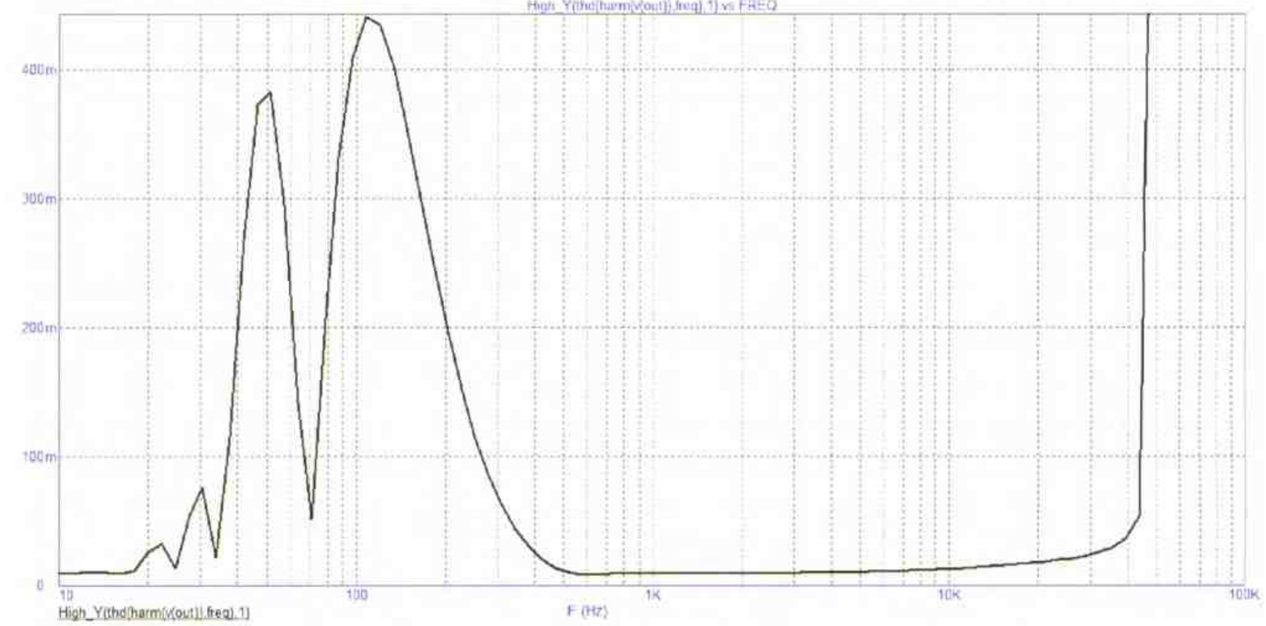


Рис. 6

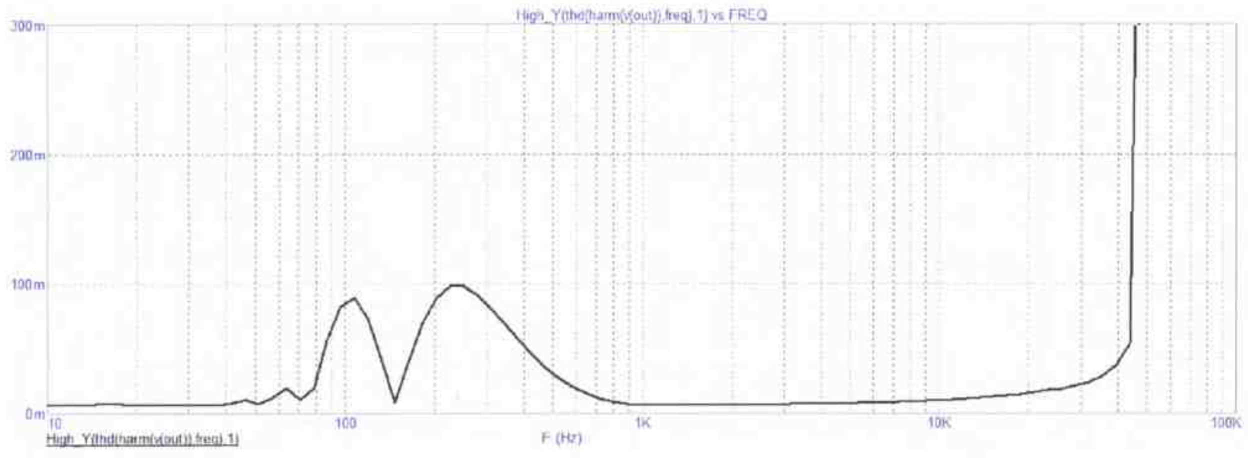


Рис. 7

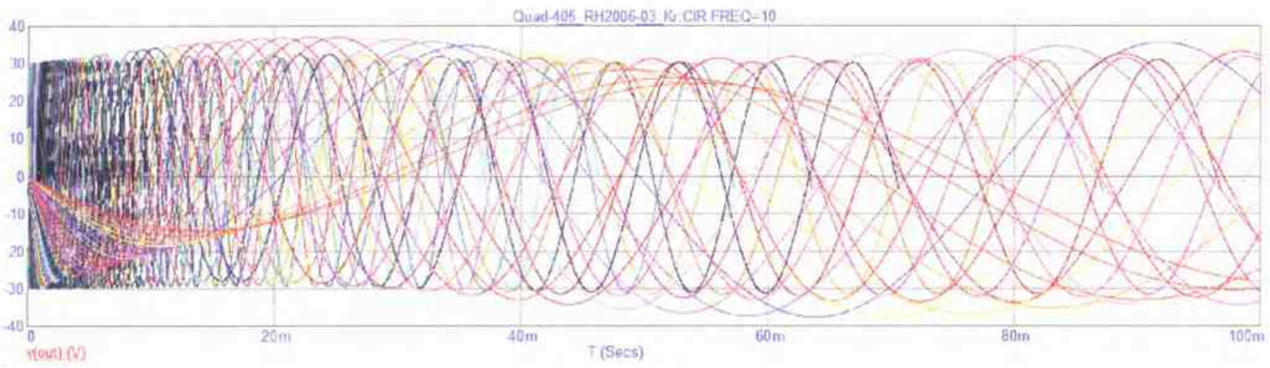


Рис. 8

является током покоя каскада, непосредственно работающего на нагрузку. Мощные транзисторы не имеют начального смещения, усиливая сигналы в режиме класса В. В режиме покоя напряжение на эмиттерном переходе транзистора Q10 равно падению напряжения на резисторе R28:

$U_{БЭ}$ = 22 Ом × 0,017 А = 0,374 В.

Для открывания транзистора Q10 достаточно, чтобы ток коллектора транзистора Q8 увеличился до величины

$I_К$ = 0,55 В/22 Ом = 0,025 А = 25 мА.

Так как транзистор Q8 в режиме повторителя работает непосредственно на нагрузку, то уже при амплитуде выходного напряжения 64 мВ произойдёт приращение тока коллектора на 8 мА, и транзистор Q10 начнёт открываться.

В верхнем плече в режиме покоя на эмиттерном переходе транзистора Q9 действует напряжение около -0,6 В, и транзистор открывается при большей амплитуде сигнала. Токи выходных транзисторов в динамике показаны на **рис. 2**.

Из графиков видно, что выходные транзисторы по-разному работают при переходе напряжения сигнала через ноль в разных полупериодах сигнала. По-разному ведут себя плечи ВК и в режиме ограничения амплитуды (клипирования). Верхнее плечо отличает более мягкое клипирование.

Диаграмма Боде приведена на **рис. 3**. Верхняя граница полосы пропускания зависит от частоты среза фильтра НЧ R7C6. При ёмкости конденсатора С6 = 1000 пФ частота среза равна 50 кГц. В разных любительских вариантах схемы усилителя ёмкость конденсатора С6 была выбрана от 100 пФ [1] до 500 пФ (в оригинальной схеме — 1000 пФ).

Относительно коэффициента нелинейных искажений в этом усилителе можно сказать, что в разных источниках указаны следующие сведения:

— нелинейные искажения на низких и средних частотах — от 0,005 до 0,02 %;

— на высоких частотах искажения — не более 0,1 %.

Для начала проверим коэффициент гармоник ($K_г$) на частоте 1 кГц. На **рис. 4** видно, что при амплитуде выходного напряжения 30 В частотой 1 кГц на нагрузке сопротивлением 8 Ом усилитель показал искажения 0,008 %. При этом основной вклад вносит вторая гармоника, спектр — спадающий.

Аналогичным образом проверим нелинейные искажения на частоте 20 кГц, **рис. 5**. На частоте 20 кГц уровень искажений вырос лишь в два раза, и в полосе 80 кГц гармоники не превышают 0,015 %, при этом характер спектра искажений остался прежним.

Зависимость $K_г$ от частоты проверим на пятом и на десятом периодах (**рис. 6** и **рис. 7** соответственно). Резкий рост искажений начинается на частотах выше 40 кГц. Для сравнения следует напомнить, что в типовых усилителях, выполненных по структуре Лина (например, популярный усилитель Д. Селфа), рост гармонических искажений начинается с нескольких килогерц и на частоте 20 кГц возрастает, как правило, на порядок. Поэтому неудивительно, что QUAD 405 переигрывал многие из них.

Понятно, что измерения с помощью измерительной системы Audioprecision и некоторых других измерителей ничего подобного не покажут. После 15-го периода измерения и в симуляторе не показывают никакого выброса искажений в области НЧ. Следует добавить, что увеличение ёмкости конденсатора С1 до 10 мкФ практически устраняет подъём уровня гармоник на низких и средних частотах.

Посмотрим, что получается на выходе усилителя в процессе просчёта гармонических искажений в широком диапазоне частот скользящим тоном (**рис. 8**). Из графика видно, что на первых периодах низкочастотные сигналы "штормит" вверх—вниз. Многие мне возразят: мол, это всего лишь линейные искажения при переходном процессе, однако симулятор оценивает искажения формы как нелинейность, что и отражено на рис. 6 и 7.

Проверим уровень интермодуляционных искажений (ИМИ) двухчастотным методом с различной ёмкостью конденсатора С6.

С конденсатором С6 = 1000 пФ (ёмкость конденсатора в оригинальной схеме усилителя) уровень ИМИ имеет вид, показанный на **рис. 9** (второй снизу). Здесь максимальная амплитуда шумовой подставки не превышает 40 мВ, что от пикового уровня сигнала составляет 0,14 %. Спектр шума — спадаю-

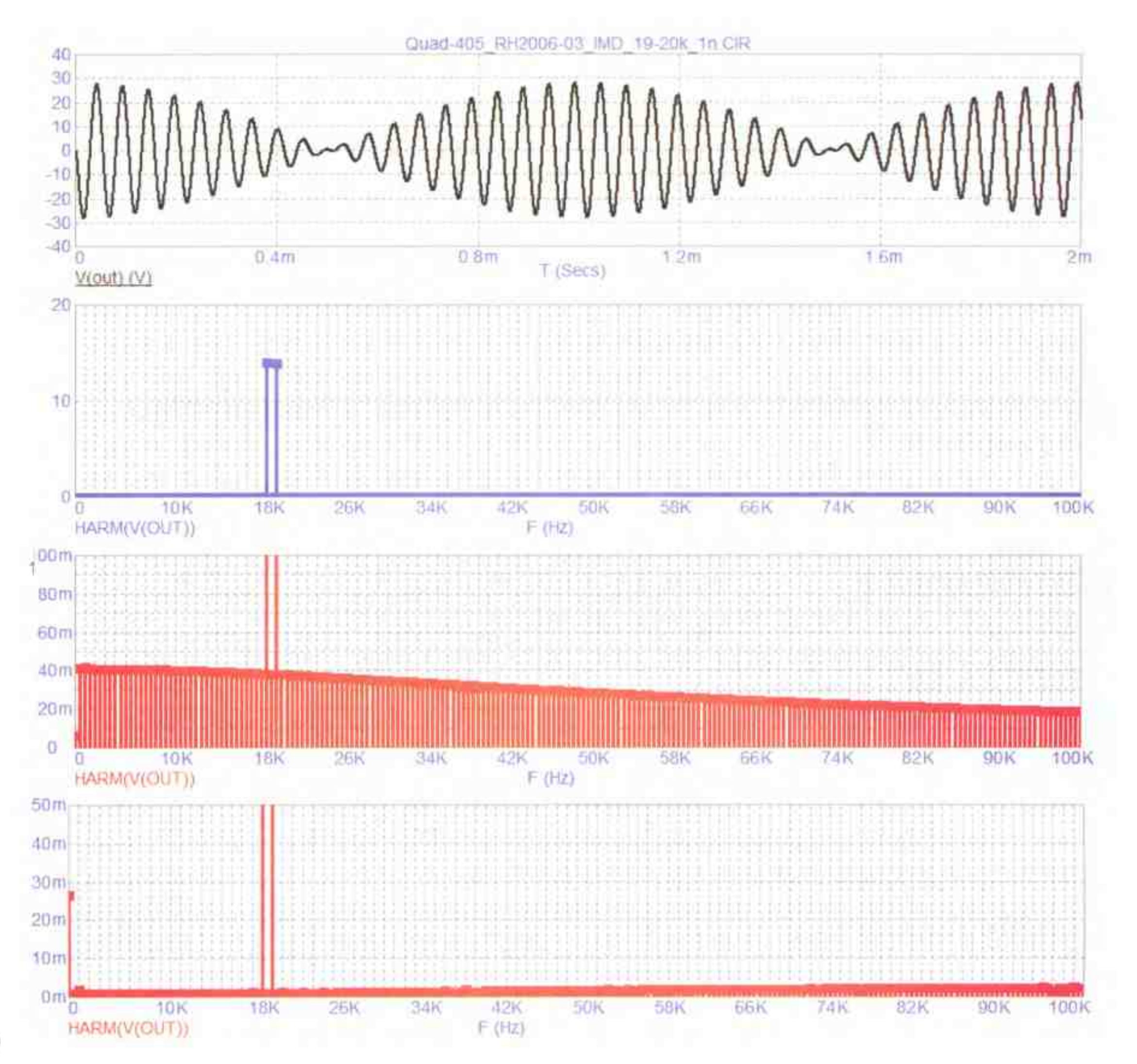


Рис. 9

щий, продукты ИМИ ниже шумовой подставки.

Как показали результаты моделирования, уменьшение ёмкости конденсатора С6 повышает линейность передачи тока в нижнем плече моста от точки D к точке А и способствует существенному снижению шумовой интермодуляции. Так, при ёмкости С6 = 100 пФ (соответствует схеме в [1]) ИМИ первого порядка (1 кГц) и максимальная амплитуда шумовой подставки не превышает 1 мВ (нижний график на рис. 9), что от пикового уровня сигнала составляет 0,003 %. Скорее всего, именно в отличии по уровню ИМИ и заключается феномен популярности варианта [1].

Расширение окна измерений ИМИ в пять раз (с 2 мс до 10 мс) не сильно изменило результат с ёмкостью С6 = 100 пФ, однако при ёмкости 1 нФ подобное расширение окна уменьшает уровень шумовой подставки почти в четыре раза, но всё-таки остаётся большим.

Многих наверняка заинтересует вопрос: каков уровень коммутационных искажений и их характер, ведь ВК работает практически в классе В. Для начала оценим уровень коммутационных искажений с конденсатором С6 = 100 пФ. На **рис. 10** такие искажения, получаемые на двухчастотном испытательном сигнале, показаны в двух временных масштабах. Пиковый уровень вносимых искажений при переходе через ноль достигает 17...19 мВ, что соответствует 0,15 % от сигнала частотой 20 кГц с уровнем 12 В, однако эффективное значение уровня искажений в несколько раз ниже. Судя по некоторым данным, искусственное внесение искажений подобного рода обнаруживается слухом, начиная с 1 % и выше, и то не при всякой музыке.

Посмотрим, как зависят коммутационные искажения от ёмкости конденсатора С6. На **рис. 11** показаны искажения при ёмкости С6 = 1000 пФ (они несколько меньше, чем при 100 пФ). Из рисунка видно, что такие искажения при открывании нижнего плеча ВК синхронны с переходом сигнала через ноль, в то время как при открывании верхнего плеча искажения задержаны на 2 мкс и носят кратковременный импульсный характер.

Для сравнения были промоделированы две схемы УМЗЧ с выходным каскадом, работающем в режиме класса Супер-А (с незакрываемыми мощными транзисторами ВК). Коммутационные искажения, вносимые усилителем класса Супер-А [3], оказались значительно выше как по пиковому уровню, так и по эффективному напряжению, чем вносимые усилителем QUAD 405. Коммутационные искажения в ВК класса Супер-А, выполненного по патенту [4], оказались соизмеримы с искажениями в ВК усилителя QUAD 405. Поэтому неудивительно, что коммутационные искажения, вносимые усилителем QUAD 405, проявляются на слух не более чем в других усилителях класса АВ и даже Супер-А.

Подводя итоги моделирования, можно сказать, что для различных версий схемы усилителя выявлены существенные различия в уровнях интермодуляционных и коммутационных искажений, присущих усилителям класса АВ или В и относящихся к ним. Также можно подтвердить, что метод компенсации нелинейных искажений, основанный на балансе мостовой схемы ООС и использованный в усилителе, весьма эффективен даже при нулевом токе покоя мощных транзисторов выходного каскада. Результаты моделирования показывают, что QUAD 405 достаточно качественный усилитель

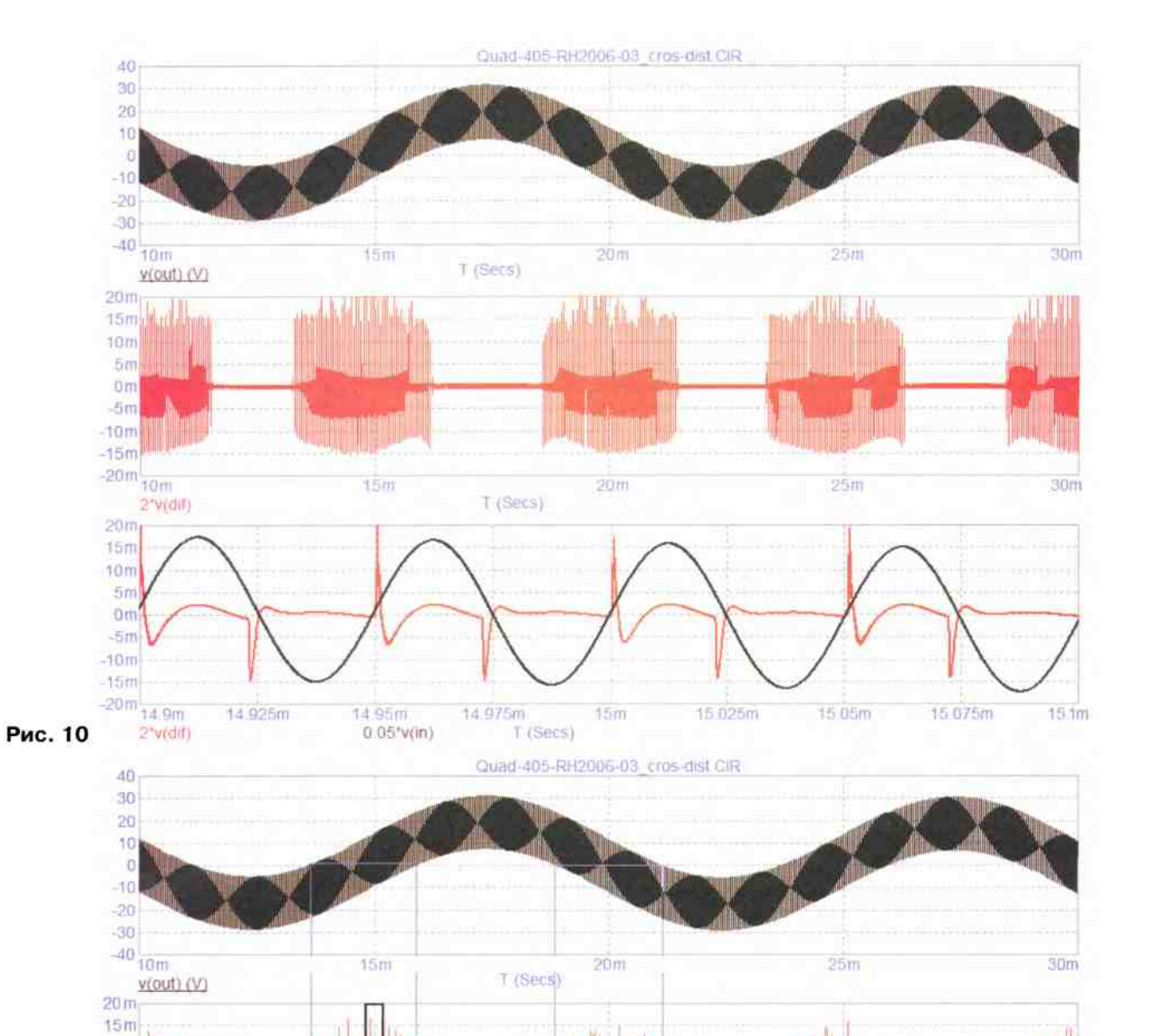


Рис. 10

Рис. 11

70—80-х годов, да и более позднего времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Решетников О.** Снижение искажений в усилителях мощности. — Радио, 1979, № 12, с. 40—42.

2. Дайджест. — Радиохобби, 2006, № 3, с. 17.

3. **Поперечный А.** Особенности УМЗЧ с токовой обратной связью и с выходным каскадом на биполярных или полевых транзисторах. — Радиоаматор, 2018, № 7—8, рис. 23.

4. **Kazuaki Nakayama**, patent US4595883.

5. QUAD 405. — URL: **http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=10565** (25.10.18).

От редакции. *Дополнительные графики и модель усилителя мощности представлены по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/quad405.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. "Европейская медиагруппа" (ЕМГ) запускает радиостанцию с бардовской песней на частотах "Радио для друзей". Об этом газете "Ведомости" рассказал генеральный директор Роман Емельянов. Новая радиостанция будет называться "Калина красная", — сказал он.

Эфир станции будет выстроен вокруг авторской песни. Слушателей ждут произведения таких исполнителей, как Владимир Высоцкий, Булат Окуджава, Олег Митяев, а также музыка из советского кино. Главным редактором радиостанции назначен Михаил Кортиков, который также руководит проектом радио рэпа и хип-хопа "Studio 21".

Новая станция пока будет доступна в эфире городов Тольятти, Ставрополя и Рязани. "Новый формат мы запускаем в рамках эксперимента, радио с таким контентом в России пока ещё нет, — сказал Емельянов. Если формат покажет хорошие результаты, мы продолжим его развивать и в других городах".

Получается, что ЕМГ сменит формат "Радио для друзей" полностью, и в активах холдинга уже не останется радиостанций с таким названием. На сайте ЕМГ это название также уже не упоминается. ЕМГ запустила "Радио для друзей" в 2014 г. на некоторых частотах радиостанции "Кекс FM" (источник — URL: **https://www.vedomosti.ru/technology/news/2018/11/16/786631-radio-s-bardovskoi-pesnei** (22.11.18)).

ЕМГ сообщает о запуске радиостанции "Калина красная" в г. Тольятти на частоте 107,4 МГц. В ближайшее время станция появится в Ставрополе на частоте 102,6 МГц и Рязани — на частоте 106,7 МГц (источник — URL: **http://emg.fm/news/353** (22.11.18)).

Материалы XXII конгресса "Национальной ассоциации телерадиовещателей" (НАТ), прошедшего с 31.10.2018 г. по 01.11.2018 г., выложены на сайте НАТ — URL: **http://www.congress-nat.ru/materialy-1/** (22.11.18)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 8 ноября с объекта РТРС в с. Зелёный Дол на частоте 103,3 МГц началось вещание радиоканала "Катунь FM". Мощность передатчика — 0,2 кВт (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/tv/analog/v-petropavlovskom-rayone-nachal-veshchanie-radiokanal-katun-fm/** (22.11.18)).

БАШКОРТОСТАН. К региональной сети радиостанции "Energy" присоединился г. Учалы. Вещание началось 6 октября на частоте 106,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14526** (22.11.18)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. 29 октября филиал РТРС "Белгородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Искатель" в г. Старый Оскол. Частота вещания — 89,1 МГц. Мощность передатчика — 0,1 кВт (источник — URL: **http://belgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-iskatel-v-starom-oskole/** (22.11.18)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. 1 ноября радиостанция "Маяк" в г. Владимире появилась на частоте 103,9 МГц. Теперь новости и передачи Владимирского областного радио можно слушать с лучшим качеством (источник — URL: **http://vladtv.ru/society/96442/** (22.11.18)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 15 ноября филиал РТРС "Волгоградский ОРТПЦ" перевёл трансляцию радиостанции "Радио России" в п. Чилеково на частоту 100,4 МГц. Это стало завершением масштабного проекта по переводу всей региональной сети эфирного вещания программы "Радио России" с диапазона OIRT (65,9...74 МГц) на более популярный у слушателей диапазон CCIR (87,5...108 МГц).

Решение о переводе на диапазон CCIR принято вещателем ФГУП ВГТРК в 2017 г. Для этого в одиннадцати населённых пунктах Волгоградской области установили современное радиопередающее оборудование. Передатчики мощностью от 0,03 до 4 кВт охватили сигналом более 89 % населения области.

Следующим этапом станет совместная работа ФГУП ВГТРК и ФГУП РТРС по расширению сети вещания и увеличению охвата вещанием "Радио России" за счёт установки и ввода в эксплуатацию дополнительных объектов в райцентрах области (источник — URL: **http://volgograd.rtrs.ru/press/analog/volgogradskiy-filial-rtrs-polnostyu-perevel-radio-rossii-v-fm-diapazon/** (22.11.18)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. С 12 ноября началось вещание православной радиостанции "Вера" в г. Череповце на частоте 106,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/rtrs_vologda?w=wall-38848202_532** (22.11.18)).

ДАГЕСТАН. 5 ноября в г. Махачкале на частоте 95,8 МГц начала вещание радиостанция "Дорожное радио" (источник — URL: **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_57291** (22.11.18)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 16 ноября в г. Анапе началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" на частоте 87,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_6947** (22.11.18)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. С 19 ноября "Радио Сибирь" появилось в г. Красноярске на частоте 95,8 МГц. Ровно год назад сеть радиостанции "Радио Сибирь" стала победителем конкурса Роскомнадзора на право осуществлять наземное эфирное вещание в этом городе. Вопреки прогнозам, подготовить радиостанцию к запуску удалось раньше запланированных сроков. Уже через несколько дней жители Красноярска смогут услышать новую радиостанцию. Передатчик мощностью 1 кВт обеспечит охват аудитории более 1 млн человек (источник — URL: **http://mediaprofi.org/media-info/press-releases/item/14900-v-krasnoyarske-nachnet-veshchanie-radio-sibir** (22.11.18)).

КРЫМ. Радиостанция "Дорожное радио" появилась в эфире городов Алушта, Судак и Джанкой 2, 4 и 8 ноября на частотах 102,1, 102,3 и 88,5 МГц соответственно (источники — URL: **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_57194**, **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_57246** и **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_57385** (22.11.18)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. С 10.00 утра 9 ноября в г. Тихвин началась эфирная трансляция радиопрограммы "Радио Град Петров" на частоте 101,3 МГц (мощность передатчика — 0,1 кВт). Сетка вещания — 07.00 — 02.00, ежедневно (в данном анонсе время указано московское) (источник — URL: **https://vk.com/club171176221?w=wall-171176221_954** (22.11.18)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 15 октября в состав медиахолдинга "Радиосити" вошло "Авторадио-Клин". Радиостанция вещает на частоте 107,9 МГц и покрывает территорию не менее 490 км^2 (источник — URL: **https://vk.com/radiocityfm?w=wall-49627133_312** (22.11.18)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. С 1 ноября в г. Нижнем Новгороде на частоте 102,4 МГц вместо радиостанции "Comedy Radio" началось вещание радиостанции "Radio Monte Carlo". Её эфир — лучшие зарубежные хиты последних десятилетий: танцевальные pop- и rock-композиции, лирические баллады, дискомузыка, проверенная временем и не одним поколением слушателей (источник — URL: **https://vk.com/radionnov?w=wall-24242046_4324** (22.11.18)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 2 ноября началось официальное вещание радиостанции "Соль FM" в г. Губаха. Частота вещания радиостанции — 101,6 МГц. Зона уверенного приёма охватывает города Губаха, Александровск, Кизел и полностью всю автомобильную трассу от г. Березники до г. Добрянка (источник — URL: **https://vk.com/solfm?w=wall-124518429_31203** (22.11.18)).

С 19 ноября в г. Осе, районном центре Осинского района Пермского края, вещает радиостанция "Новое радио" (источник — URL: **https://vk.com/newradio_cities?w=wall-110423074_572** (22.11.18)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. 19 ноября в эфире г. Нижнего Тагила появилось "Новое радио", станция звучит на частоте 96,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_497398** (22.11.18)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Радио Дача" 19 ноября присоединился г. Ржев, частота вещания — 101,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5744.html** (22.11.18)).

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

ТОМСКАЯ ОБЛ. 12 ноября на частоте 98,4 МГц в г. Томске появилась радиостанция "Дорожное радио" (источник — URL: **http://emg.fm/news/349** (22.11.18)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. К региональной сети радиостанции "Love Radio" 19 ноября присоединился г. Ефремов, частота вещания — 102 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5742.html** (22.11.18)).

С 19 ноября в г. Новомосковске на частоте 103 МГц работает радиостанция "Новое радио" (источник — URL: **https://vk.com/newradio_cities?w=wall-110423074_572** (22.11.18)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. 1 ноября на частоте 103,5 МГц началось вещание радиостанции "Energy" в г. Когалыме. Радиостанция входит в холдинг "ГПМ радио" и является неотъемлемой частью глобальной сети радиобренда "ENERGY" (NRJ), созданного французской "NRJ GROUP" (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14516** (22.11.18)).

ЧУВАШИЯ. 8 ноября филиал РТРС "РТПЦ Чувашской Республики" начал трансляцию радиостанции "Национальное радио Чувашии — Чăваш Ен" в г. Чебоксары на частоте 95,9 МГц (источник — URL: **http://chuvashia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-natsionalnogo-radio-chuvashii-v-cheboksarakh/** (22.11.18)).

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

На заседании правительства России 15 ноября этого года было принято решение о поэтапном отключении аналогового телевещания. Об этом заявил глава правительства Дмитрий Медведев.

"Окончательный переход на цифровой формат (телевещания) будет поэтапным, он начинается с февраля следующего года, продлится полгода. Нужно будет определить этапы перехода, порядок тех регионов, где будет запускаться цифровое телевидение в полном объёме, в тестовом режиме", — заявил он.

Изначально планировалось, что аналоговый сигнал будет отключён по всей стране в середине января. Однако в последние месяцы в целесообразности такого решения появились сомнения.

В результате было решено проводить отключение аналогового сигнала постепенно. Замминистр цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Алексей Волин сообщил о том, что сначала "аналог" отключат в регионах, которые полностью готовы к переходу на "цифру", затем там, где отключать "аналог" зимой нецелесообразно из-за климатических условий, и наконец от "аналога" откажутся во всех остальных регионах. Процесс, таким образом, растянется на полгода (источник — URL: **https://www.rbc.ru/technology_and_media/15/11/2018/5bec54c09a7947ec92df94f3** (22.11.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРАЛИЯ. В случае победы в следующем году партия лейбористов Австралии готова предоставить медиакорпорации "Australian Broadcasting Corporation" (ABC) финансирование в размере двух миллионов долларов, чтобы помочь в восстановлении коротковолнового вещания на Северной территории страны (Northern Territory, субъект в составе Австралии).

"ABC Radio" прекратило коротковолновое вещание в январе 2017 г. в целях экономии средств налогоплательщиков. Тогда руководство корпорации заявляло о том, что отключение КВ-трансляций сбережёт до 1,9 млн долларов.

Решение о прекращении вещания на коротких волнах раскритиковали представители промышленного сектора, в частности, Ассоциация скотоводов Северной территории и местный Совет рыбодобытчиков (источник — URL: **https://www.abc.net.au/radio/programs/nt-country-hour/labor-commits-funding-to-restore-abc-shortwave-radio-nt/10511472** (22.11.18)).

АЛЯСКА. Находящаяся на Аляске радиостанция KNLS ("The New Life Station", принадлежит организации "World Christian Broadcasting") через месяц после начала вещания на русском языке уже изменила часть своих частот (вероятно, из-за помех) в 09.00, 16.00 и 17.00 осталась прежняя частота 7370 кГц. В 11.00 и 15.00 используется новая частота 7320 кГц. Все программы — продолжительностью один час. Вещание охватывает дальневосточный регион России (источник — URL: **http://www.knls.net/rus/schedule.htm** (22.11.18)).

ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА. С 30 октября у жителей г. Горловка появилась возможность слушать радиостанцию "Комсомольская правда" на частоте 104,4 МГц. "Комсомольская правда" — круглосуточное федеральное информационно-разговорное радио. Его запуск состоялся ещё в 2009 г. Сеть радиостанции "Комсомолки" насчитывает более 60 передатчиков по России. Ранее она вещала лишь в г. Донецке на частоте 106 МГц (источник — URL: **https://www.donetsk.kp.ru/online/news/3285229/** (22.11.18)).

ИСПАНИЯ. "Международное испанское радио" ("Radio Exterior de Espana) возобновило трансляции на русском языке в начале зимнего сезона. Вещание продолжительностью 30 мин идёт на частоте 12030 кГц с 18.00 по понедельникам, средам и пятницам. Антенна ориентирована на Ближний Восток, поэтому, по личным наблюдениям автора, программы хорошо слышны на юге и частично в центре России.

ТАЙВАНЬ. Передачи Русской службы "Международного радио Тайваня" (MPT) транслируются на частоте 9590 кГц с 14.00 до 15.00, регион вещания — Сибирь, на частоте 7220 кГц — с 17.00 до 18.00, регион вещания — Европа и Центральная Россия (источник — URL: **https://ru.rti.org.tw/radio/programMessageView/id/56503** (22.11.18)).

Однако в последней (на момент подготовки материала) программе "Воскресное шоу с Русской службой MPT" прозвучало объявление, что с 1 января контракт с французским передающим центром TDF, который до этого момента транслировал программу Русской службы с 17.00 до 18.00, расторгается.

С этого дня трансляции будет вести болгарский радиоцентр "Spaceline", предварительная частота вещания — 5900 кГц. В течение ближайших дней будут проходить тестовые передачи, и если всё будет нормально, эта частота останется для дальнейшего вещания, взамен частоты 7220 кГц (источник — URL: **https://ru.rti.org.tw/radio/programMessagePlayer/id/56676** начиная с 20-й с (22.11.18)).

ЧЕХИЯ/США/ЛИТВА. Управляемая правительственной организацией США ("United States Agency for Global Media") радиостанция "Радио Свобода" транслирует программы на русском языке в зимнем сезоне (передатчик в местечке Вешинтос (Viesintos) — Литва, мощностью 75 кВт) по следующему расписанию: с 18.00 до 19.00, далее с 19.30 до 03.00 — на частоте 1386 кГц. С 03.00 до 03.30 и с 19.00 до 19.30 вещание этой станции идёт на белорусском языке (источники — URL: **https://www.svoboda.org/radio/waves/everyday** и **https://www.svaboda.org/a/listen-radio-svaboda-online/26776149.html** (22.11.18)).

Хорошего приёма и 73!

Графический ЖКИ Nokia 5110 в цифровом вольтамперметре

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

В статье рассказано о подключении к плате вольтамперметра, описанного автором в [Л], графического ЖКИ от сотового телефона Nokia 5110 взамен символьного ЖКИ QAPASS 1602A. Это позволило отображать не только текущие значения напряжения, тока и мощности, но и те параметры, которые раньше приходилось запоминать: установленные пределы измерения напряжения и тока, пороги срабатывания защит по напряжению и току, способ выхода из защитного режима. На новом индикаторе отображаются также состояния перемычек на плате вольтамперметра и логические уровни сигналов управления внешними устройствами, формируемых его микроконтроллером. Упрощена настройка прибора. Теперь для изменения параметров не требуется перелистывать экраны. Все технические характеристики и возможности прибора остались прежними.

Для подключения нового индикатора никаких переделок вольтамперметра не требуется, достаточно заменить в памяти его микроконтроллера старую программу новой. Загрузочный файл этой программы VAP-NOKIA.hex приложен к статье. Схема подключения ЖКИ от сотового телефона Nokia 5110 к печатной плате вольтамперметра показана на **рис. 1**. Нумерация элементов на этой схеме совпадает с их нумерацией на схеме, изображённой на рис. 5 в [Л], или продолжает её.

Рис. 1

Резисторы R14—R17 согласуют уровни сигналов микроконтроллера DD1 и ЖКИ HG1. Питание на ЖКИ поступает с движка подстроечного резистора R11, ранее предназначенного для регулировки контрастности изображения на экране индикатора. Прежде чем подключать ЖКИ, напряжение на гнезде 4 разъёма XS2 нужно установить равным 3,3 В. Яркость подсветки экрана ЖКИ не регулируется, в цепь Light подано напряжение 5 В.

Прибор имеет, как и прежде, три режима работы: "Измерение", "Защита" и "Наладка". При включении он начинает работу в режиме "Измерение". Для отображения информации применены шрифты разного размера. Символ шрифта минимального размера умещается в матрице 8×6 пкс. Символами удвоенных размеров выведена наиболее важная информация — измеренные значения напряжения и тока.

Типичные виды экрана ЖКИ в режиме "Измерение" показаны на **рис. 2**—**рис. 4**. В верхней строке экрана стрелками условно изображены логические уровни напряжения на выводах RC1—RC3 микроконтроллера DD1. Стрелка вниз означает низкий уровень, стрелка вверх — высокий уровень. Там же пиктограммы показывают положения перемычек S1 и S2. Любые изменения состояния перемычек и уровней на выводах RC1—RC3 немедленно отображаются на экране.

Уровень на выводе RC1 инвертируется при перегрузке по напряжению, а на выводе RC2 — при перегрузке по току. Нормальный уровень на выводе RC3 — высокий, но при любой из перегрузок он сменяется низким уровнем. Сигналы с этих выводов можно использовать для управления внешними устройствами защиты.

Во второй сверху строке экрана шрифтом удвоенных размеров отображено текущее измеренное значение напряжения в вольтах, а в третьей строке — тока в амперах. Оба они выводятся с двумя десятичными цифрами после запятой. В нижней строке отображено с одной десятичной цифрой после запятой значение проходящей мощности в ваттах, вычисленное как произведение измеренных значений напряжения и тока.

Расположенная в правой части экрана колонка чисел — это (сверху вниз) предел измерения напряжения U_{max}, порог срабатывания защиты по напряжению $U_з$, предел измерения тока I_{max}, порог срабатывания токовой защиты $I_з$. Под ними находится значок способа сброса сработавшей защиты: автоматически — в виде двух стрелок, образующих квадрат, или нажатием на кнопку — в виде общепринятого обозначения кнопки.

При срабатывании защиты по напряжению (**рис. 5**) уровень на выводе RC1 инвертируется, а на выводе RC3 становится низким. Изображение выведенного во второй строке значения напряжения каждую секунду меняет вид — из позитивного становится негативным и обратно. Подаётся короткий двухчастотный (8267 Гц и 8346 Гц) звуковой сигнал, повторяющийся каждую секунду.

При срабатывании защиты по току (**рис. 6**) инвертируется уровень на выводе RC2, а уровень на выводе RC3



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

становится низким. Каждую секунду изменяется вид изображения выведенного в третьей строке значения тока. Звучит, повторяясь каждую секунду, сигнал с частотами 8818 Гц и 8661 Гц.

Чтобы перейти в режим "Наладка", следует нажать на кнопку SB2 и, удерживая её нажатой, дождаться смены изображения на экране ЖКИ. Вид экрана в этом режиме показан на **рис. 7** и **рис. 8**. Максимально допустимые и пороговые значения устанавливают, изменяя числа в правой колонке экрана, назначение которых было описано вы-

ше. По умолчанию U_{max}=35 В, $U_з$=U_{max}, I_{max}=10 А, $I_з$=I_{max}, сброс защиты — нажатием на кнопку.

Сразу после перехода в режим "Наладка" изображение верхнего числа колонки (U_{max}) становится негативным. Короткими нажатиями на кнопку SB2 перебирают по кольцу значения U_{max} от 5 В до 61 В с шагом 1 В. Достигнув нужного значения, удерживают кнопку в

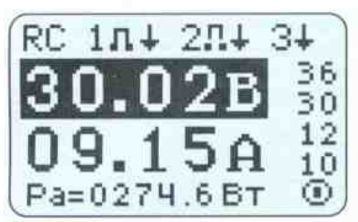


Рис. 5



Рис. 6

нажатом состоянии до появления на экране "галочки" перед вводимым числом, после чего отпускают кнопку.

Изображение введённого параметра становится позитивным, а в негативе теперь отображается параметр, расположенный ниже его, что означает готовность к установке этого параметра. Значения $U_з$ можно изменять от 5 В до U_{max}, I_{max} — от 2 А до 21 А, $I_з$ — от 2 А до I_{max}.

В завершение выбирают способ сброса защиты. Он имеет два сменяющихся варианта — нажатием на кнопку и автоматически. После его выбора, появления "галочки" и отпускания кнопки новые значения всех параметров будут записаны в EEPROM микроконтролле-



Рис. 7

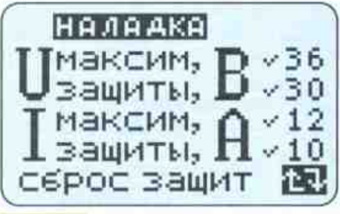


Рис. 8

ра, и прибор перейдёт в режим "Измерение".

Как уже было сказано, в качестве HG1 применён ЖКИ от сотового телефона Nokia 5110. Разрешение его экрана — 84×48 пкс, встроенный контроллер — PCD8544 или его аналог. Имеются четыре светодиода синего свечения для подсветки экрана, а ниже экрана — штыревой разъём PLS-8 для подключения внешних цепей. Собран индикатор на печатной плате синего цвета.

На плате ЖКИ указано, что его напряжение питания составляет +3...5 В. Однако в сотовых телефонах Nokia 3310 подобный индикатор работает при напряжении питания +2,7...3,3 В, и нигде нет достоверных данных о том, что он может длительно работать и при напряжении +5 В. В Интернете мнения по этому поводу расходятся.

Во избежание риска для питания индикатора подано напряжение +3,3 В, устанавливаемое подстроечным резистором R11, а для согласования логических уровней сигналов ЖКИ и микроконтроллера применены резисторы R14—R17.

Широко распространён аналогичный и продаваемый под тем же названием ЖКИ, собранный на плате красного цвета, у которого, кроме разъёма ниже экрана, имеется дублирующий его разъём выше экрана. В таком ЖКИ для включения подсветки экрана необходимо соединить вывод Light с выводом GND.

ЛИТЕРАТУРА

Нюхтилин Г. Цифровой вольтамперметр с защитой для лабораторного блока питания. — Радио, 2017, № 6, с. 16—20.

***От редакции.** Новая программа микроконтроллера находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/nokia.zip** на нашем FTP-сервере.*

Простой бесперебойный источник питания для системного блока компьютера

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

Даже при кратковременных отключениях напряжения в осветительной сети системный блок компьютера прекращает работать, что приводит к утере результатов выполняемых вычислений, порче несохранённых файлов, аварийному прекращению записи информации на диски компьютера. После восстановления питания многие операции приходится выполнять заново. А утерянную информацию восстановить удаётся далеко не всегда. Надёжное средство борьбы с такими неприятностями — источник бесперебойного питания, который при исчезновении напряжения в сети автоматически переключает компьютер на питание от аккумуляторной батареи через преобразователь её напряжения в переменное, нужное компьютеру.

Однако предлагаемые в магазинах источники бесперебойного питания недёшевы. Установленные в них аккумуляторные батареи имеют недостаточную ёмкость и обеспечивают работу компьютера лишь в течение нескольких минут. Использовать трансформатор от такого источника в каком-либо другом устройстве не советую, при длительной работе он разогревается так, что прикоснуться к нему невозможно.

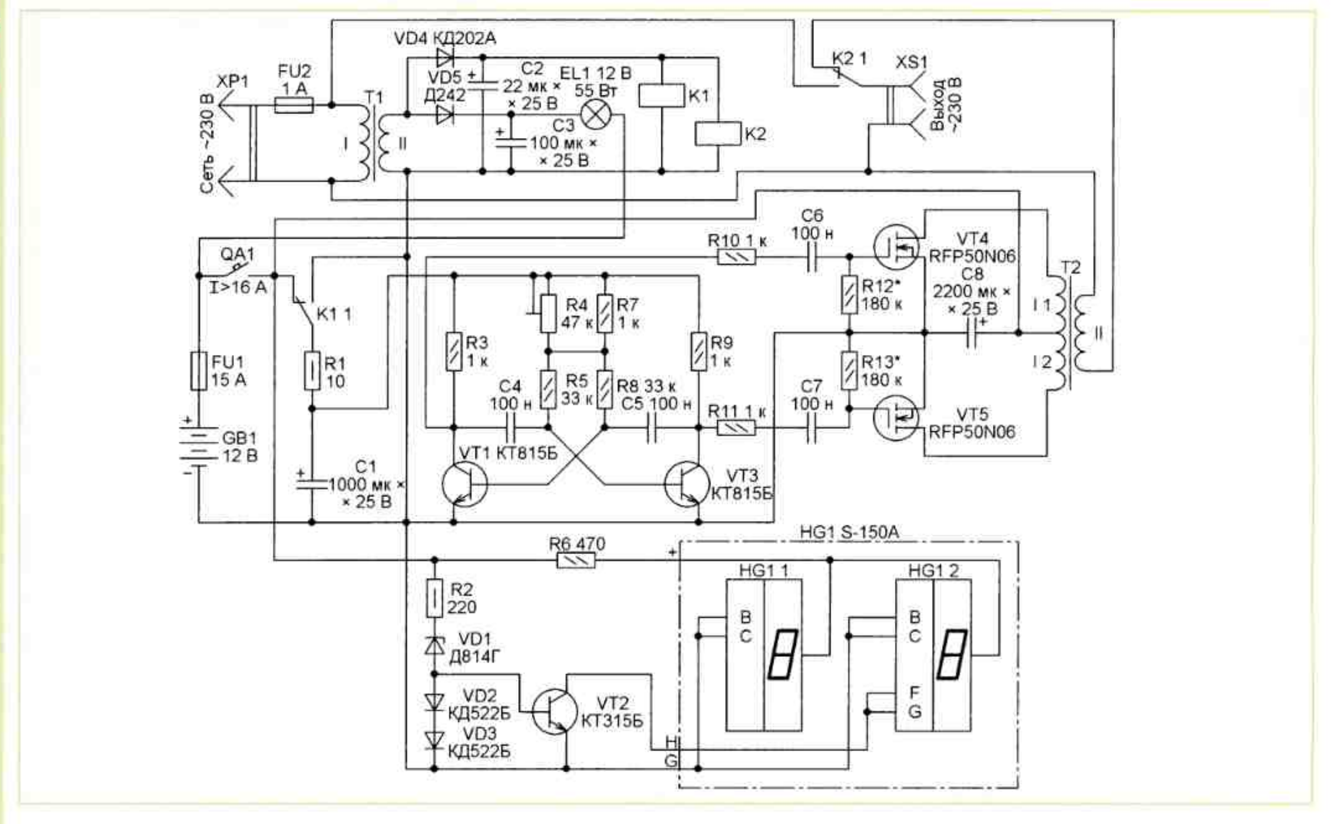
Схема предлагаемого самодельного источника бесперебойного питания изображена на **рисунке**. Его задающий генератор представляет собой симметричный мультивибратор на транзисторах VT1 и VT3, генерирующий импульсы частотой 100 Гц. Такую частоту я выбрал по той причине, что при работе на ней ток, потребляемый от аккумуляторной батареи при холостом ходе преобразователя напряжения, почти в два раза меньше, чем на частоте 50 Гц. Транзисторы VT1 и VT3 нужно подобрать с одинаковым коэффициентом передачи тока, в противном случае импульсы на выходах плеч мультивибратора будут иметь разную длительность, что может нарушить правильную работу преобразователя. Необходимо обеспечить отвод тепла от этих транзисторов. Я применил теплоотводы от выходных транзисторов строчной развёртки.

Дифференцирующие цепи C6R12 и C7R13 укорачивают открывающие импульсы, подаваемые на затворы полевых транзисторов VT4 и VT5, что предотвращает одновременное нахождение этих транзисторов в открытом состоянии и "сквозной" ток через них.

Выходной трансформатор T2 — самодельный, на стальном магнитопроводе Ш20×50. Его обмотка I — 40 витков лакированного провода диаметром 1,2 мм с отводом от середины, обмотка II — 700 витков такого же провода диаметром 0,35 мм. Для проверки изготовленного трансформатора можно включить его обмотку II в сеть ~230 В, напряжения на каждой половине обмотки I должны быть одинаковыми и равными приблизительно 6,5 В.

РАДИО®
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2019

Учтите, что как стрелочные, так и цифровые вольтметры правильно показывают действующее значение лишь строго синусоидального напряжения. Измерять такими вольтметрами импульсное напряжение на выходе преобразователя не имеет смысла. Проверяя работу компьютера от изготовленного преобразователя, лучше всего



контролировать постоянное напряжение (около 300 В) на выходе имеющегося в блоке питания компьютера выпрямителя напряжения сети. Подборкой сопротивления резисторов R12 и R13, а при большом отклонении — числа витков обмоток трансформатора T2 напряжение на выходе выпрямителя нужно установить таким же, как при работе компьютера от сети. Учтите, что поскольку в преобразователе не предусмотрена стабилизация выходного напряжения, оно уменьшается по мере разрядки батареи.

Трансформатор T1 служит для питания узла подзарядки аккумуляторной батареи GB1, а также для питания обмоток реле K1 и K2. Реле K1 при отсутствии напряжения в сети включает, а с его появлением очень быстро отключает питание задающего генератора и разряжает конденсатор C1 через резистор R1, резко прекращая этим подачу открывающих импульсов на затворы полевых транзисторов VT4 и VT5. Иначе при медленной разрядке конденсатора C1 амплитуда этих импульсов также медленно уменьшается. В результате полевые транзисторы на длительное время переходят в активный режим и рассеиваемая на них мощность значительно увеличивается. Реле K2 служит для переключения режимов питания прибора, подключённого к розетке XS1, от сети и от аккумуляторной батареи GB1 через преобразователь.

Скорость переключения реле K1 и K2 очень важна. Поэтому ёмкость конденсатора C2 не следует чрезмерно увеличивать. Обмотки реле должны быть рассчитаны на напряжение 12 В и иметь при этом как можно большее сопротивление. Я применил реле RD-12VDC-SL-C (K1) и M1-SS-112L (K2).

Трансформатор T1 — мощностью около 25 В·А и с напряжением на обмотке II 15 В. Это обеспечивает нормальное поддержание свинцовокислотной аккумуляторной батареи 6МТС-9 (GB1) в заряженном состоянии. Ток её зарядки не превышает 1 А. Подойдёт и другой трансформатор указанной выше мощности с напряжением на вторичной обмотке не ниже 13,5 В.

Автомобильная лампа EL1 ограничивает зарядный ток аккумуляторной батареи, когда она частично разряжена. Замена лампы накаливания обычным резистором нужного эффекта не даёт. Автоматический выключатель QA1 применён с током срабатывания 16 А.

В предлагаемом источнике бесперебойного питания предусмотрен индикатор чрезмерной разрядки аккумуляторной батареи. Он собран на двухразрядном светодиодном индикаторе S-150A (HG1). Такие индикаторы применялись в системных блоках старых компьютеров и показывали два значения тактовой частоты, сменяющихся в зависимости от положения имевшегося в таких компьютерах переключателя "Turbo".

Выводимые цифры устанавливают перестановкой перемычек на штыревом поле индикатора. В рассматриваемом случае их положение экспериментально подобрано так, что при напряжении аккумуляторной батареи более 11 В, когда транзистор VT2 открыт, выводится число 14, а при меньшем напряжении (недопустимом для батареи) он закрыт и выводится число 11. Порог срабатывания индикатора можно изменять подборкой стабилитрона VD1.

Если вместо мотоциклетной аккумуляторной батареи ёмкостью всего 9 А·ч применить более ёмкую автомобильную, можно использовать описанное устройство как резервный источник питания телевизора или музыкального центра.

Контроллер доступа Mellon-3

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Продолжая тему контроллеров доступа, автор предлагает третью модификацию устройства, отличающуюся от первых двух гораздо большими функциональными возможностями. Кроме собственно контроллера доступа, это ещё и охранно-пожарная сигнализация, и монитор температуры окружающей среды.

В ноябрьском номере журнала "Радио" за 2017 г. [1] был опубликован контроллер доступа Mellon-1, рассчитанный на одну точку прохода (дверь, турникет и т. п.). Затем на его основе был разработан контроллер доступа Mellon-2, управляющий уже двумя точками прохода и имеющий "на борту" интерфейс RS-485 [2]. И вот, наконец, пришло время завершить трилогию. Mellon-3 обладает значительно большими возможностями и представляет собой многофункциональное устройство, которое объединяет в себе сразу три системы, управляемые одним микроконтроллером: *систему контроля доступа*, *охранно-пожарную сигнализацию и монитор температуры с помощью датчиков*. Управление и передача данных осуществляются по сети Ethernet, что позволяет подключить устройство напрямую к любому компьютеру, домашнему роутеру или офисному коммутатору. Также его можно использовать и как автономный контроллер доступа и/или систему охранно-пожарной сигнализации. Схема всех внешних подключений показана на **рис. 1**.

Система контроля доступа, как и в предыдущей версии [2], рассчитана на две точки прохода. Принцип действия и схема остались без изменений. Изменения коснулись только её программной части. Теперь программно с персонального компьютера можно выбрать один из четырёх вариантов предоставления доступа (открытия двери). Первый вариант — набрать шестизначный пин-код на клавиатуре считывателя. Второй — поднести к считывателю персональную карту. Третий — набрать пин-код, а затем поднести карту. И четвёртый — поднести карту и затем набрать пин-код. Для первого, третьего и четвёртого вариантов потребуется считыватель со встроенной кодонаборной панелью, например, такой как Proxy-KeyAH, производства отечественной компании "Болид". Для каждого из считывателей режим работы можно задавать индивидуально. Тип применяемых карт прежний — Em-Marine, интерфейс считывателей — Wiegand-26. Оборудование первой точки прохода (двери) — считыватель карт, геркон SF2 и кнопку выхода SB1 подключают к разъёму XT13, оборудование второй точки — к разъёму XT15. Электромагнитный замок первой и второй дверей подключают к контактам реле, выведенным на разъём XT14.

Охранно-пожарная сигнализация состоит из десяти идентичных с независимым управлением охранно-пожарных шлейфов. Каждый шлейф физически представляет собой два длинных провода (до 1000 м), к которым подключены датчики. На шлейф подаётся постоянное напряжение 27 В с ограничением тока 30 мА. В зависимости от текущего состояния датчика, замкнут он или разомкнут, меняется сопротивление шлейфа, следовательно, меняется и падение напряжения на нём. Принцип работы сигнализации сводится к периодическому опросу, точнее — измерению с помощью АЦП микроконтроллера, текущего значения напряжения на каждом шлейфе и сравнению с пороговыми эталонными значениями. По результатам сравнения контроллер выполняет заложенные в программу действия: отправляет соответствующие текстовые сообщения на компьютер, меняет состояние светодиодной индикации, включает/отключает оповещатели — тревожную лампу HL1 и сирену HA1, которые подключены к разъёмам XT12 и XT17 соответственно. В зависимости от назначения и применяемых датчиков каждому шлейфу программно задаётся его тип, определяющий логику его работы: "Шлейф пожарный" или "Шлейф охранный". Подключение датчиков для каждого типа шлейфа показано на рис. 1. Для примера пожарный шлейф подключён к разъёму XT2, охранный — к разъёму XT6.

Рассмотрим особенности пожарного шлейфа. В пожарный шлейф можно включить либо один, либо два датчика. Программа микроконтроллера способна различать как срабатывание одного, любого из двух, датчика, так и двух одновременно. Каждый датчик подключается в шлейф параллельно через дополнительный резистор сопротивлением 2,2 кОм. В конце шлейфа обязательно устанавливают оконечный резистор сопротивлением 4,7 кОм, он нужен для контроля шлейфа на обрыв и короткое замыкание. Резисторы не входят в состав датчиков. Их можно установить либо в самом датчике, подключив к его внутренним контактам, либо в непосредственной близости от него. В качестве пожарных приме-

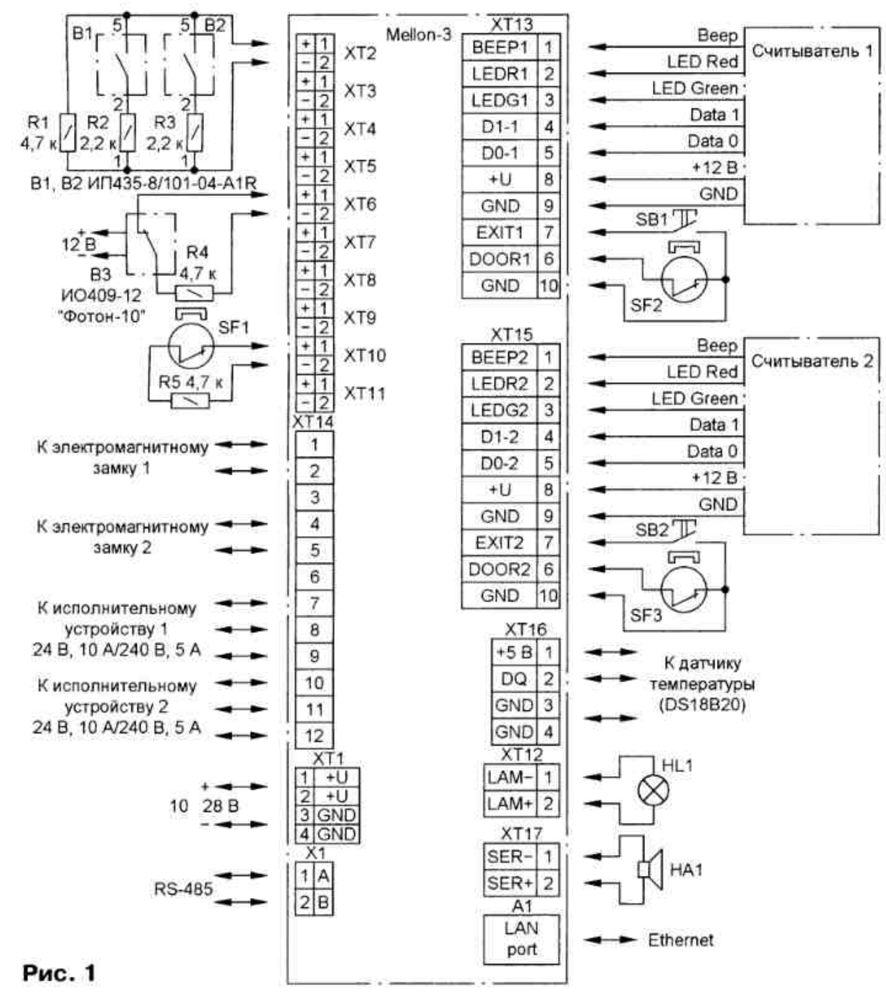


Рис. 1

нены нормально разомкнутые неадресные датчики "СОнет" (полное название — извещатель пожарный комбинированный газовый пороговый и тепловой максимально-дифференциальный ИП435-8/101-04-А1R "СОнет" [3]). Отличительная их особенность в том, что они реагируют и на превышение содержания угарного газа CO в воздухе (порог срабатывания 40 ppm), и на превышение температуры воздуха (порог срабатывания +54 °С). Питание датчиков осуществляется непосредственно от шлейфа.

Принцип действия пожарного шлейфа следующий. В исходном состоянии, когда шлейф не поставлен (не взят) на охрану, напряжение на него не подаётся. Когда приходит команда о постановке шлейфа на охрану, на его выводы поступает питающее постоянное напряжение +27 В. Если датчики находятся в дежурном режиме, т. е. температура воздуха и/или уровень угарного газа не превышают порогового значения, их сопротивление велико, условно можно считать, что их контакты разомкнуты и ток в шлейфе протекает только через оконечный резистор. Следовательно, сопротивление шлейфа, если пренебречь сопротивлением проводов, примерно равно 4,7 кОм, а напряжение на клеммах шлейфа будет около 21 В. Собственное токопотребление одного датчика "СОнет" в режиме покоя равно всего лишь около 0,1 мА.

Когда сработает один из датчиков, его собственное сопротивление резко уменьшится до сотен ом. Условно можно считать, что его контакты замкнутся и добавочный резистор 2,2 кОм подключится в шлейф параллельно оконечному резистору. Общее сопротивление шлейфа в этом случае уменьшится и окажется равным менее 1,8 кОм, а напряжение — не более 18 В. При срабатывании одновременно обоих датчиков в шлейфе суммарное сопротивление соответственно ещё уменьшится. Допустимо применить более простые и дешёвые датчики "ИДТ-2" исп. ИП212/101-18-А3 или аналогичные. Следует отметить, что эти датчики, в отличие от "СОнета", срабатывают на превышение температуры, скорость увеличения температуры и задымлённость помещения.

Программа микроконтроллера различает пять состояний пожарного шлейфа:

— *"Пожарный. Норма"*. Сопротивление шлейфа — 4...6,5 кОм. Напряжение на контактах шлейфа > 21 В.

— *"Пожар 1"*. Обнаружено срабатывание одного любого из двух датчиков шлейфа. Сопротивление шлейфа — 1,4...1,8 кОм. Интервал напряжений на контактах шлейфа — 15,5...20,5 В.

— *"Пожар 2"*. Обнаружено срабатывание обоих пожарных датчиков. Сопротивление шлейфа — 1...1,3 кОм. Интервал напряжений — 12...15 В.

— *"Пожарный. Неисправность – КЗ"*. Пороговое сопротивление <0,2 кОм. Пороговое напряжение на шлейфе < 9 В.

— *"Пожарный. Неисправность – обрыв"*. Пороговое сопротивление >6 кОм. Пороговое напряжение на контактах шлейфа > 23,5 В.

Охранный шлейф устроен проще и состоит только из одного датчика, подключённого последовательно через резистор 4,7 кОм. Принцип его работы схожий. Главное отличие — охранный датчик должен быть с нормально замкнутыми контактами. На рис. 1 приведены два варианта охранного шлейфа: с герконом, срабатывающим от приближения магнита, и с датчиком объёма (движения) "Фотон-10" [4]. В случае применения датчика "Фотон-10" потребуется подвести к нему дополнительно напряжение питания 12 В, поскольку питаться непосредственно от шлейфа он не может. Также важная особенность этого датчика — способность самовосстановления после срабатывания. У охранного шлейфа возможны только три состояния:

— *"Охранный. Норма"*. Сопротивление шлейфа — 3...6 кОм. Напряжение на контактах шлейфа >21 В.

— *"Охранный. Тревога"*. Пороговое сопротивление >6 кОм. Интервал напряжений — 23,1...27 В.

— *"Охранный. Неисправность – КЗ"*. Пороговое сопротивление <300 Ом. Пороговое напряжение на контактах шлейфа <9 В.

Практически любая система охранно-пожарной сигнализации имеет в своём составе тревожные оповещатели — лампу и сирену. Такая возможность предусмотрена и у Mellon-3. На разъём XT12 выведены контакты "LAM+", "LAM–", на разъём XT17 — "SER+", "SER–", которые как раз и предназначены для подключения лампы и сирены соответственно. Напряжение на контактах этих разъёмов, наряду с остальными шлейфами, периодически измеряет АЦП микроконтроллера. Физически оба выхода для подключения оповещателей идентичны, однако программно алгоритмы их работы различны. В качестве оповещателей удобно использовать комбинированный свето-звуковой оповещатель "Свирель-2" [5] или аналогичный, со схожими характеристиками. Для контактов "LAM" и "SER" программой микроконтроллера предусмотрены следующие состояния:

— *"Лампа/сирена. Ожидание. Норма"* — оповещатель подключён и находится в режиме ожидания. Напряжение на шлейфе >2,8 В.

— *"Лампа/сирена. Ожидание. КЗ"* — шлейф оповещателя замкнут в режиме ожидания. Пороговое сопротивление <300 Ом. Пороговое напряжение на контактах шлейфа <9 В.

— *"Лампа/сирена. Работа. Норма"* — оповещатель включён. Напряжение — 9...11,5 В.

— *"Лампа/сирена. Работа. Обрыв"* — оповещатель включён. Обрыв цепи. Напряжение >11,5 В.

<u>*Мониторинг температуры*</u>. Mellon-3 позволяет подключить два датчика температуры DS18B20 по интерфейсу 1-Wire. Датчики подключают к разъёму XT16.

Принципиальная схема Mellon-3 приведена на **рис. 2** и **рис. 3**. На рис. 2 показана схема вторичных источников питания, а на рис. 3 — схема устройства. Mellon-3 разработан на основе одного из самых многофункциональных и современных микроконтроллеров восьмиразрядного семейства PIC18J от Microchip — PIC18F97J60-I/PT в корпусе TQFP-100. Этот микроконтроллер обладает очень богатым набором встроенных аппаратных возможностей: два модуля MSSP (Master Synchronous Serial Port), что позволяет одновременно реализовать две линии передачи данных I^2C и SPI; два модуля USART; пять таймеров (два восьмиразрядных и три шестнадцатиразрядных); шестнадцать каналов десятиразрядного АЦП; два модуля ССР (Capture/Compare/PWM) и три ЕССР (Enhanced Capture/Compare/PWM) и т. д. Но главная его особенность — это встроенный аппаратный модуль Ethernet с отдельным восьмикилобайтным буфером! Все порты микроконтроллера, кроме порта А в аналоговом режиме, поддерживают пятивольтную логику, т. е. могут работать с сигналами амплитудой 5 В. Более подробно о микроконтроллере PIC18F97J60 можно прочитать в [6].

Поскольку все десять шлейфов, подключаемых к разъёмам XT2—XT11, идентичны, рассмотрим их работу на примере одного, который подключают к разъёму XT2. Здесь варисторы RU1, RU2 — защитные. Резисторы R12, R14 ограничивают ток в шлейфе на уровне не более 30 мА. Кроме того, резистор R14 также выполняет функцию токоизмерительного шунта. Параллельно ему подключён делитель R13R15, с которого АЦП микроконтроллера считывает напряжение. Сопротивления резисторов делителя подобраны так, чтобы напряжение на входе АЦП (для разъёма XT2 это выв. 19) микроконтроллера DD1 никогда не превышало максимально допустимые 3,3 В. Максимальное напряжение на резисторе R15 — 2,98 В, когда шлейф замкнут. Резистор R13 также ограничивает входной ток АЦП микроконтроллера. Конденсатор С39 — интегрирующий и помехоподавляющий. Сборка диодов Шоттки VD9 защищает АЦП от возможных выбросов напряжения в шлейфе. Питание на шлейф поступает через ключ, собранный на транзисторах VT1 и VT2. Когда на выводе порта RE1 (выв. 3) микроконтроллера появляется высокий уровень, он, поступая через резистор R18 на базу транзистора VT2, открывает его. Это, в свою очередь, приводит к появлению тока через эмиттерный переход транзистора VT1, который также открывается, и напряжение питания поступает на шлейф.

Каждый шлейф имеет свой аналогичный ключ. Это позволяет запитывать, т. е. "брать на охрану" и обесточивать, т. е. "снимать с охраны" каждый шлейф индивидуально. Если обнаружено, что шлейф замкнут, микроконтроллер снимает его с охраны автоматически.

Контакты "LAM+", "LAM–" разъёма XT12 и "SER+" , "SER–" разъёма XT17 — это специализированные выходы с контролем состояния, представляющие собой модифицированные охранные шлейфы. Работают они аналогично, но с небольшими отличиями. Рассмотрим на примере лампы ("LAM+", "LAM–"). Состояние лампы контролируется как в дежурном режиме (когда она не горит, контакты K5.1 и K5.2 реле K5 находятся в верхнем по схеме положении), так и в рабочем (контакты реле в нижнем положении). В дежурном режиме для контроля

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

целостности шлейфа и на отсутствие замыкания через лампу пропускают небольшой контрольный ток, протекающий от источника 3,3 В через резистор R92. В рабочем режиме, когда контакты реле K5 находятся в нижнем положении, ток лампы протекает от внешнего источника (+Ualarm) через самовосстанавливающийся предохранитель F2, параллельно включённые резисторы R93R94 и диод VD30. Напряжение поступает на АЦП микроконтроллера с составного шунта R96VD30 через ограничивающий резистор R95. В дежурном режиме основной ток протекает через резистор этого составного измерительного шунта, а в рабочем — через диод. Для сирены всё идентично.

Светодиодную индикацию работы устройства обеспечивают двенадцать одинаковых двухцветных (красно-зелёных) светодиодов HL2—HL13 и один одноцветный HL1. Светодиоды HL2—HL13 включены матрицей и работают по принципу динамической индикации. Транзисторы VT28—VT32 коммутируют "строки" этой матрицы, а транзисторы VT33—VT37 — "столбцы".

Двухцветные светодиоды HL2—HL11 индицируют текущее состояние шлейфов сигнализации. Светодиод HL11 индицирует состояние шлейфа, подключённого к разъёму XT2, HL10 — к разъёму XT3 и т. д. Возможные варианты индикации:

— не светится — шлейф снят с охраны;

— прерывисто (с частотой около 0,5 Гц) светится зелёным цветом — идёт "взятие" шлейфа на охрану;

— постоянно светится зелёным — шлейф "взят" на охрану и исправен;

— прерывисто (с частотой около 0,5 Гц) светится красным цветом — шлейф сработал;

— постоянно светится красным цветом — шлейф неисправен;

— переключается с красного цвета на зелёный — шлейф восстановился после срабатывания или неисправности.

Светодиоды HL12 и HL13 относятся к контроллеру доступа и индицируют текущее состояние дверей: HL12 — первой двери, HL13 — второй двери. Возможны два варианта свечения:

— красный цвет — дверь заперта;

— зелёный цвет — дверь открыта.

Светодиод HL1, подключённый к порту RC7 (выв. 46) микроконтроллера DD1, независим и служит для индикации работоспособности устройства. Его прерывистое свечение с частотой около 2 Гц говорит о нормальной работе микроконтроллера. Если HL1 не светится или светится непрерывно, значит микроконтроллер либо "завис", либо вышел из строя.

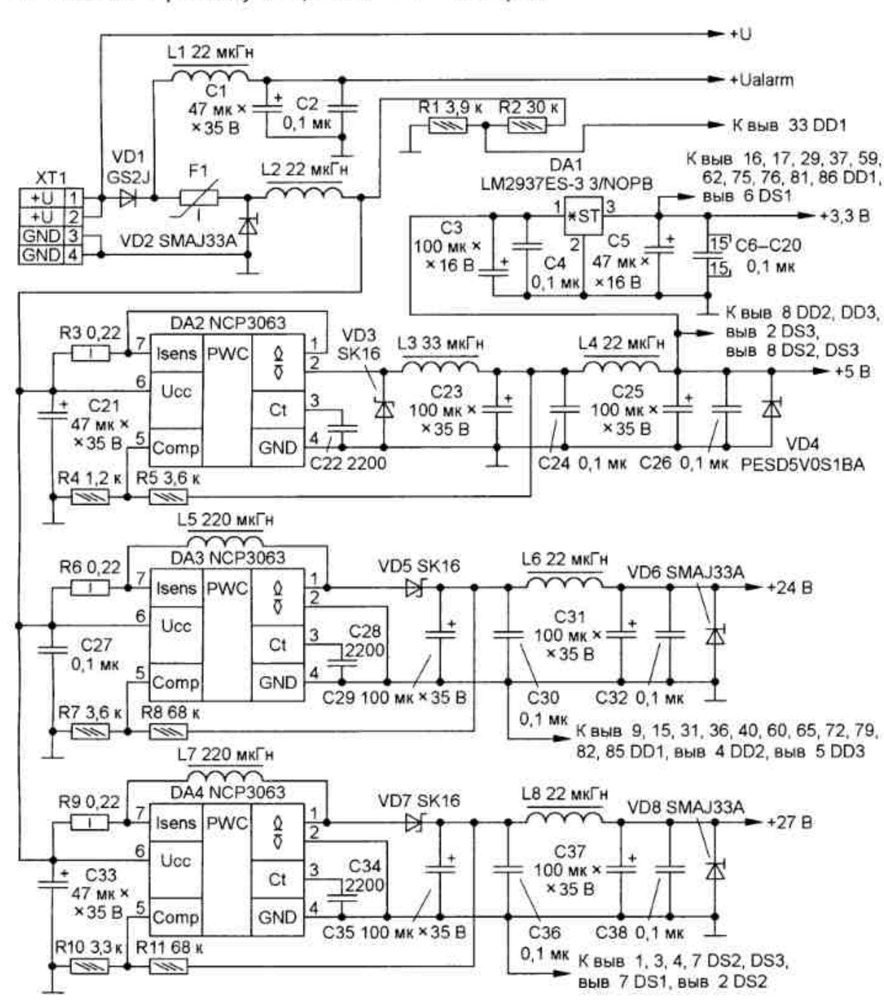


Рис. 2

Микросхема энергонезависимой Flash-памяти DS1, подключённая по интерфейсу SPI, предназначена для хранения всей текущей конфигурации прибора: состояние шлейфов сигнализации, коды карт доступа (до 30 тыс.) и пин-коды считывателей, сетевая конфигурация устройства (IP-адрес, MAC-адрес и т. п.). При каждом включении прибора в микроконтроллер из микросхемы памяти DS1 загружаются данные о взятых ранее на охрану шлейфах и их тип (охранный или пожарный). Другими словами, если прибор отключить, а затем включить, "взятые" ранее на охрану шлейфы "возьмутся" заново автоматически.

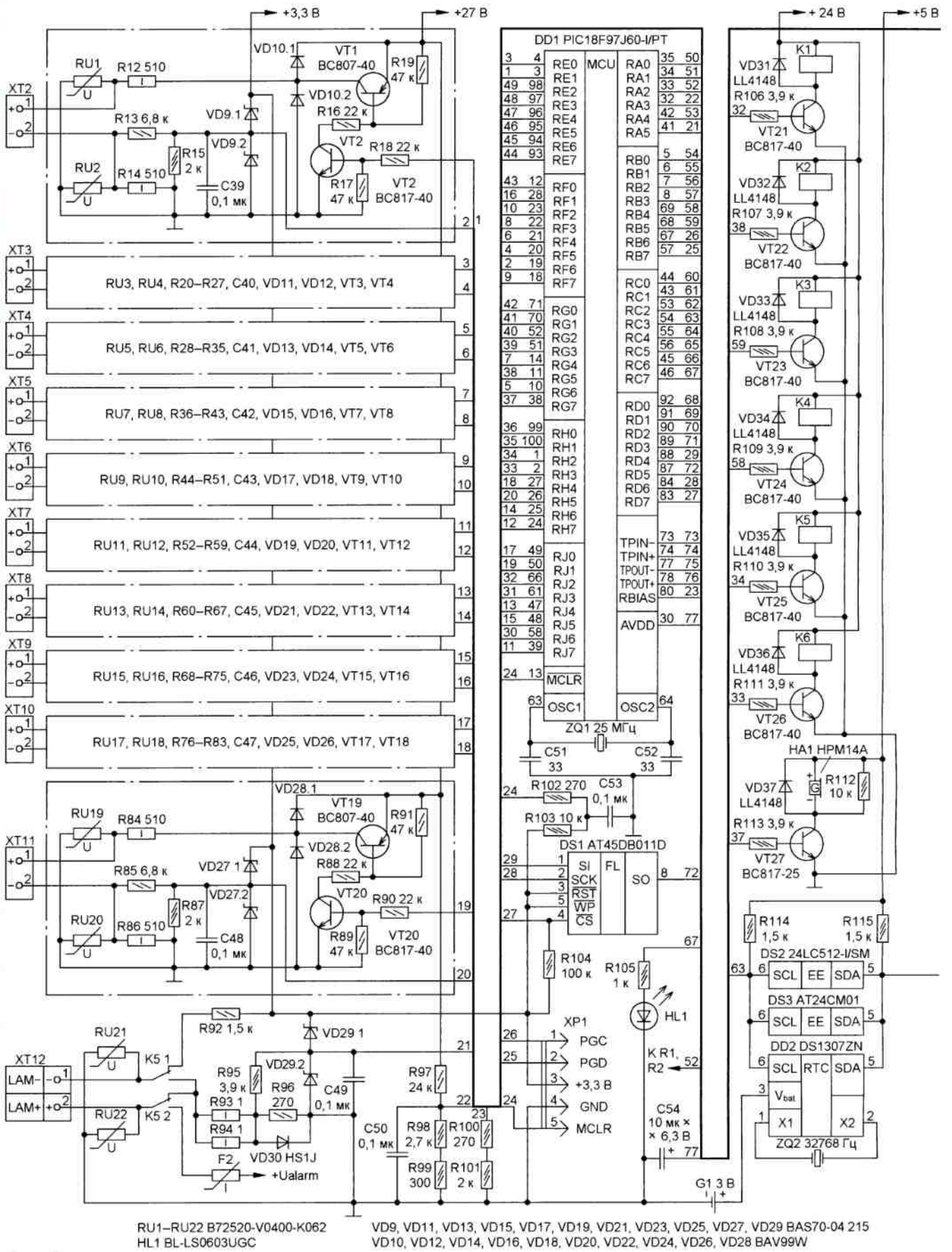
Две микросхемы EEPROM-памяти DS2 и DS3 предназначены для хранения журнала событий с сохранением даты и времени. Время и дата события синхронизируются по часам реального времени — микросхеме DD2. Микросхема DD3 — приёмопередатчик для интерфейса RS-485. Но в этой версии устройства микросхемы DS2, DS3, DD2 и DD3 программно не поддерживаются.

Mellon-3 программно поддерживает работу с двумя датчиками температуры DS18B20, которые подключают к разъёму XT16.

Резистивный делитель R97—R99 — источник образцового напряжения для АЦП. Делитель R1R2 предназначен для контроля напряжения на входном разъёме питания XT1.

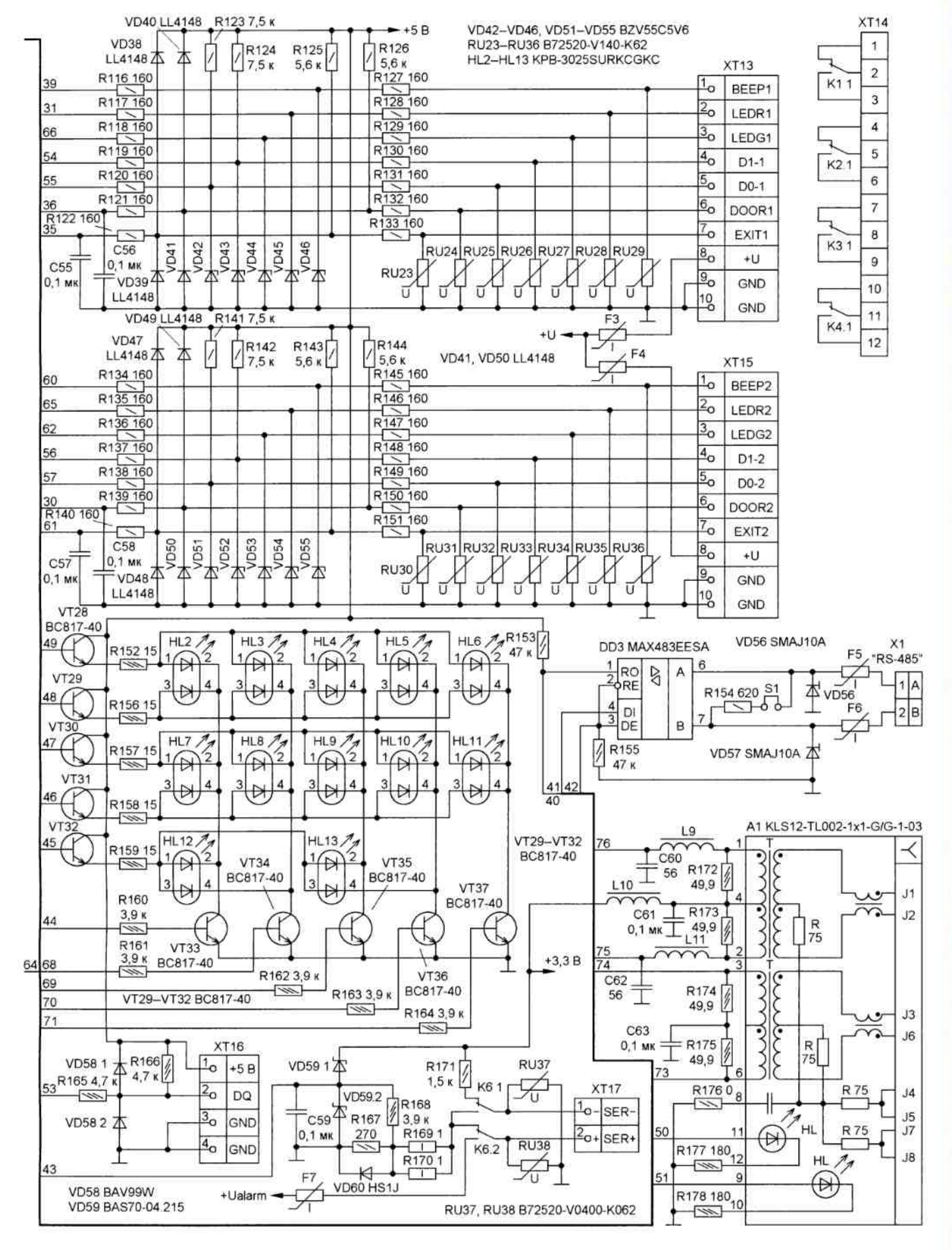
Устройство имеет четыре встроенных стабилизированных источника питания напряжением +27 (выходной ток — 160 мА), +24 (180 мА), +5 (220 мА) и +3,3 В. Первые три из них собраны на основе широко распространённого импульсного преобразователя — микросхеме NCP3063 [7] . Источник напряжения +27 В собран на микросхеме DA4 по схеме повышающего преобразователя. Он предназначен для питания шлейфов охранно-пожарной сигнализации. Источник +24 В выполнен на DA3 и отличается только сопротивлением резистора R7 в задающем напряжение делителе. Этот источник предназначен для питания всех реле (K1—K6). Источник напряжения +5 В, собранный на микросхеме DA2, выполнен по схеме понижающего преобразователя. Этим напряжением питаются светодиодная индикация, микросхемы DS2, DS3, DD2, DD3 и звуковой сигнализатор HA1. Кроме того, напряжение +5 В поступает на стабилизатор DA1, который напряжением +3,3 В питает микроконтроллер DD1 и микросхему Flash-памяти DS1. Ядро же микроконтроллера питается от встроенного в сам микроконтроллер стабилизатора напряжения +2,5 В.

Сам Mellon-3 рассчитан на широкий интервал входного напряжения постоянного тока — 10...28 В. Однако при выборе напряжения питания важно учитывать, что оповещатели (лампа, сирена) и считыватели питаются напрямую от входного напряжения с разъёма XT1. Если, например, планируется использовать внешний источник с выходным напряжением 24 В, считыватели и оповещатели нужно выбирать на соответствующее напряжение либо питать их от другого источника.



DD1 PIC18F97J60-I/PT
DS1 AT45DB011D
DS2 24LC512-I/SM
DS3 AT24CM01
DD2 DS1307ZN
ZQ1 25 МГц
ZQ2 32768 Гц
HA1 HPM14A
XP1
PGC
PGD
+3,3 В
GND
MCLR
+3,3 В
+27 В
+24 В
+5 В
+Ualarm
G1 3 В
RU3, RU4, R20–R27, C40, VD11, VD12, VT3, VT4
RU5, RU6, R28–R35, C41, VD13, VD14, VT5, VT6
RU7, RU8, R36–R43, C42, VD15, VD16, VT7, VT8
RU9, RU10, R44–R51, C43, VD17, VD18, VT9, VT10
RU11, RU12, R52–R59, C44, VD19, VD20, VT11, VT12
RU13, RU14, R60–R67, C45, VD21, VD22, VT13, VT14
RU15, RU16, R68–R75, C46, VD23, VD24, VT15, VT16
RU17, RU18, R76–R83, C47, VD25, VD26, VT17, VT18
RU1–RU22 B72520-V0400-K062
HL1 BL-LS0603UGC
VD9, VD11, VD13, VD15, VD17, VD19, VD21, VD23, VD25, VD27, VD29 BAS70-04 215
VD10, VD12, VD14, VD16, VD18, VD20, VD22, VD24, VD26, VD28 BAV99W

Рис. 3


VD40 LL4148
R123 7,5 к
+5 В
VD42–VD46, VD51–VD55 BZV55C5V6
RU23–RU36 B72520-V140-K62
HL2–HL13 KPB-3025SURKCGKC
VD38 LL4148
R124 7,5 к
R125 5,6 к
R126 5,6 к
XT13
R116 160
R117 160
R118 160
R119 160
R120 160
R121 160
R122 160
R127 160
R128 160
R129 160
R130 160
R131 160
R132 160
R133 160
BEEP1
LEDR1
LEDG1
D1-1
D0-1
DOOR1
EXIT1
+U
GND
GND
C56 0,1 мк
C55 0,1 мк
VD39 LL4148
VD41 VD42 VD43 VD44 VD45 VD46
RU23 RU24 RU25 RU26 RU27 RU28 RU29
XT14
K1.1
K2.1
K3.1
K4.1
VD49 LL4148
R141 7,5 к
VD47 LL4148
R142 7,5 к
R143 5,6 к
R144 5,6 к
F3
F4
+U
VD41, VD50 LL4148
XT15
R134 160
R135 160
R136 160
R137 160
R138 160
R139 160
R140 160
R145 160
R146 160
R147 160
R148 160
R149 160
R150 160
R151 160
BEEP2
LEDR2
LEDG2
D1-2
D0-2
DOOR2
EXIT2
+U
GND
GND
C58 0,1 мк
C57 0,1 мк
VD48 LL4148
VD50 VD51 VD52 VD53 VD54 VD55
RU30 RU31 RU32 RU33 RU34 RU35 RU36
VT28 BC817-40
R152 15
HL2 HL3 HL4 HL5 HL6
R153 47 к
DD3 MAX483EESA
VD56 SMAJ10A
X1 "RS-485"
F5
F6
RO RE DI DE A B
R154 620
S1
VD56
R155 47 к
VD57 SMAJ10A
VT29
R156 15
VT30
R157 15
HL7 HL8 HL9 HL10 HL11
VT31
R158 15
VT32
R159 15
HL12 HL13
VT34 BC817-40
VT35 BC817-40
VT29–VT32 BC817-40
VT37 BC817-40
A1 KLS12-TL002-1x1-G/G-1-03
L9
C60 56
R172 49,9
L10
C61 0,1 мк
R173 49,9
L11
R 75
C62 56
R174 49,9
C63 0,1 мк
R175 49,9
R160 3,9 к
R161 3,9 к
VT33 BC817-40
R162 3,9 к
R163 3,9 к
VT36 BC817-40
R164 3,9 к
VT29–VT32 BC817-40
+3,3 В
J1 J2 J3 J6 J4 J5 J7 J8
R176 0
R 75
HL
R177 180
R178 180
VD58 1
R166 4,7 к
R165 4,7 к
VD58 2
XT16
+5 В
DQ
GND
GND
VD59 1
VD59.2
C59 0,1 мк
R167 270
R168 3,9 к
R169 1
R170 1
VD60 HS1J
R171 1,5 к
K6 1
K6.2
RU37
RU38
XT17
SER-
SER+
F7
+Ualarm
VD58 BAV99W
VD59 BAS70-04.215
RU37, RU38 B72520-V0400-K062

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лазарев В.** Контроллер доступа Mellon-1. — Радио, 2017, № 11, с. 33—36.

2. **Лазарев В.** Контроллер доступа Mellon-2. — Радио, 2018, № 8, с. 38—41.

3. Извещатель пожарный комбинированный газовый пороговый и тепловой максимально-дифференциальный ИП435-8/101-04-А1R "СОнет". — URL: **https://bolid.ru/files/373/566/sonet_et_feb_17.pdf** (05.12.18).

4. Извещатель охранный объёмный оптико-электронный ИО409-12 "Фотон-10". — URL: **http://rielta.ru/docs/f10.instr.pdf** (05.12.18).

5. Оповещатели охранно-пожарные звуковые О-29 "Свирель-2", О-29/1 "Свирель-2" исп. 01, О-29/2 "Свирель-2" исп. 02, О-29/3 "Свирель-2" исп. 03. — URL: **https://bolid.ru/files/373/566/sv2.pdf** (05.12.18).

6. PIC18F97J60 Family Data Sheet. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762f.pdf** (05.12.18).

7. NCP3063, NCP3063B, NCV3063. — URL: **https://www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP3063-D.PDF** (05.12.18).

(Продолжение следует)

Устройство для проверки электролюминесцентных ламп с холодным катодом

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

При диагностике неисправностей и ремонте узлов подсветки ЖК-телевизоров и компьютерных мониторов приходится проверять и подбирать исправные электролюминесцентные лампы с холодным катодом (ЭЛХК). Чтобы значительно упростить и ускорить этот процесс, можно изготовить несложное устройство, собранное на базе готового модуля инвертора напряжения.

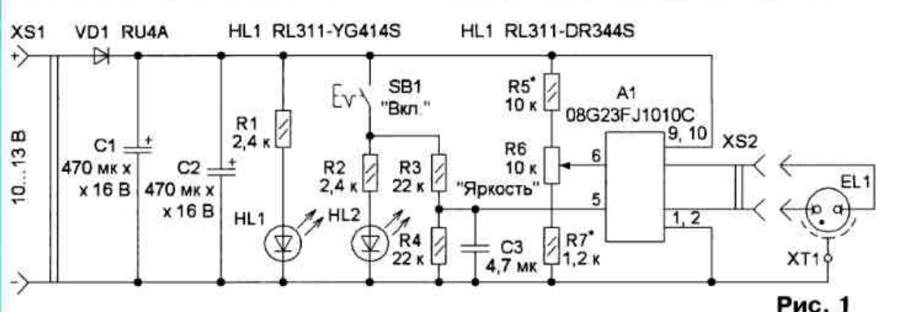


Рис. 1

На **рис. 1** показана принципиальная схема устройства, которое позволит быстро проверить работоспособность большой номенклатуры ЭЛХК и выбрать из них наиболее подходящие для замены неисправных. В конструкции применён готовый модуль повышающего преобразователя напряжения с наименованием 08G23FJ1010C (**рис. 2**) от узла подсветки ЖК-матрицы неисправного ноутбука ASUS. Особенность повышающих инверторов напряжения для подсветки ЖК-матриц небольших ноутбуков в том, что они обычно рассчитаны на питание только одной ЭЛХК, по сравнению с инверторами для стационарных мониторов и телевизоров, которые требуют одновременного подключения к ним двух и более исправных ЭЛХК.

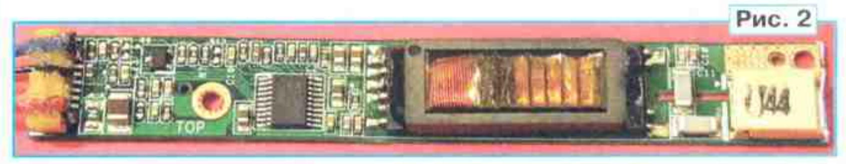


Рис. 2

Схема подключения этого модуля была неизвестна, поскольку ноутбук не сохранился. Хотя в Интернете информация об этом модуле есть, но она противоречивая. Поэтому пришлось проводить эксперименты. Гнездо XS1 для подключения этого модуля к цепям питания и управления имеет десять контактов. Контакты для подачи напряжения питания были найдены по цепям подключения керамического блокировочного конденсатора большого размера и самовосстанавливающегося предохранителя (на рис. 2 внизу слева, с маркировкой N). Нумерация выводов этого гнезда условная и начинается от двух первых контактов общего провода (вверху слева).

Подключив к выходу инвертора заведомо исправную ЭЛХК длиной 35 см, было подано напряжение питания 11 В от лабораторного БП с защитой по току 2 А. Но ничего не произошло: лампа не светит, потребляемый ток отсутствует. Был взят резистор сопротивлением 1,5...10 кОм. Подключив один его вывод к плюсовой или минусовой линии питания и подключая второй к остальным выводам разъёма, можно найти вывод ON/OFF — оказалось, что это вывод 5. После немногих экспериментов узел цепи включения модуля был собран на элементах SB1, R3, R4, C3. При замкнутых контактах кнопочного выключателя SB1 включается светодиод HL2 и модуль преобразователя напряжения активируется.

В процессе экспериментов было замечено, что после подачи напряжения питания яркость свечения проверяемой лампы может быть произвольной. Аналогичным способом находим, что за яркость отвечает вывод 6. Управление яркостью свечения может осуществляться двумя способами. Первый способ — при подаче импульсов лог. 0 или лог. 1 яркость работы лампы ступенчато уменьшается или увеличивается, регулировка не закольцована. Второй способ — яркость зависит от управляющего напряжения на этом выводе. Поскольку регулятор с переменным резистором проще, чем на основе триггера с подавителем дребезга контактов, был выбран второй способ регулировки с помощью переменного резистора R6. Максимальную яркость свечения устанавливают подборкой резистора R5, минимальную — подборкой резистора R7.

Все элементы устройства (**рис. 3**) размещены в корпусе — пластмассовой


Рис. 3

коробке размерами 111×45×12 мм. Дополнительно установленные элементы приклеены клеем "Квинтол" и растворённым в ацетоне полистиролом. Фотография сделана до нанесения основной части клеящих составов. Для удобства подключения проверяемой лампы изготовлен короткий удлинитель-переходник. Желательно, чтобы ёмкость между проводами, идущими к лампе, а также между ними и поверхностью рабочего стола, металлическим шасси ЖК-матрицы была минимальной. Ёмкость высоковольтного керамического SMD-конденсатора (нижний справа на рис. 2), через который лампа подключена к повышающей обмотке трансформатора, — 70 пФ. При установке конденсатора большей ёмкости яркость свечения подключённой лампы не изменяется. Изоляция "горячего" провода (розового цвета на рис. 3) должна быть рассчитана на напряжение не менее 2 кВ. При испытании и работе ЭЛХК их алюминиевый экран-отражатель должен быть обязательно соединён с общим проводом, для чего используется провод длиной 80 см с зажимом "Крокодил" (XT1) на конце.


Рис. 4

Подключают и отключают проверяемые лампы при выключенном устройстве. Случайное попадание под высокое выходное напряжение может вызвать незначительные точечные ожоги кожи. Из-за высокой рабочей частоты преобразователя (57 кГц) и небольшой выходной мощности другие эффекты отсутствуют.

Диод VD1 защищает устройство от переполюсовки напряжения питания. Светодиод HL1 светит при его наличии. Конденсаторы C1, C2 — блокировочные в цепи питания. При напряжении питания 12 В и подключённой лампе длиной 50 см потребляемый устройством ток — около 0,7 А. При работе инвертора с лампами длиной 35 и 40 см потребляемый ток — около 0,4 А при максимальной яркости. При повышении напряжения питания потребляемый ток снижается, а при его снижении до 7 В и менее инвертор выключается. При медленном нарастании питающего напряжения и замкнутых контактах выключателя SB1 инвертор может не включиться, и для включения надо кратковременно разомкнуть и замкнуть контакты этого выключателя.

Диод RU4A можно заменить любым из серий FR301—FR307, SRP300A—SRP300K, 1N5400—1N5408, КД226, КД257, КД213. Светодиоды RL311-YG414S зелёного свечения и RL311-DR344S красного, диаметр корпуса — 3 мм, можно заменить любыми общего применения без встроенных резисторов, например, из серии КИПД66. Для привлечения большего внимания на место светодиода HL2 можно установить мигающий светодиод, например, L-36BSRD-B, в этом случае токоограничивающий резистор R2 устанавливают сопротивлением 680...1000 Ом. Переменный резистор — импортный малогабаритный с линейной характеристикой, подойдёт резистор сопротивлением до 50 кОм. Остальные резисторы — любые малогабаритные. Оксидные конденсаторы — импортные малогабаритные. Выключатель SB1 — кнопочный импортный с фиксацией, подойдёт отечественный ПКн-61 или другой. Гнездо XS2 высоковольтного удлинителя изолировано двумя слоями термоусаживаемой трубки.

ЭЛХК имеют срок службы 40000... 50000 ч, что обычно больше, чем светодиоды модулей подсветки больших (более 27 дюймов по диагонали) ЖК-матриц. Лампы с большой деградацией обычно плохо разжигаются при малой яркости, могут иметь розовый или фиолетовый оттенок свечения, мерцают. Ориентировочно степень деградации лампы можно определить по величине тёмного нагара на её концах. На **рис. 4** по этому признаку наибольший износ имеет вторая лампа сверху. При проверке и замене ламп учитывайте, что они очень хрупкие.

В ЖК-мониторах и телевизорах, имеющих несколько ЭЛХК, защита блока питания выключает работу всех высоковольтных инверторов напряжения подсветки при неисправности или сильной деградации любой из них. Также защита срабатывает при неисправности любого канала напряжения подсветки или при пробое, например, на шасси матрицы высоковольтных цепей. Даже при принудительном отключении защиты наличие нескольких каналов затрудняет диагностику. При проверке с помощью изготовленного устройства диагностика проводится проще и быстрее, разборка матрицы может не потребоваться. Подтверждённая исправность всех ламп подсветки ЖК-матрицы позволит раньше приступить к поиску неисправностей инверторов напряжения, что уменьшит вероятность их дополнительных повреждений.

Если собранная по схеме рис. 1 конструкция будет использоваться для изготовления светильников, плату инвертора необходимо поместить в металлический экран, электрически соединённым с общим проводом, идущие к лампе провода должны быть как можно короче. При проверке ламп длиной менее 30 см их питание включают на время не более 1 мин. Вместо упомянутого готового модуля повышающего преобразователя напряжения можно использовать другой от ноутбука, рассчитанный на питание одной ЭЛХК. Выводы питания и способы управления инвертором другого типа определяют экспериментальным образом, как это было показано выше, также можно попытаться найти информацию по публикациям в Интернете или сделать необходимые замеры, если цепи управления подсветкой матрицы в составе ноутбука-донора исправны.

Измеритель уровня жидкости на основе ультразвукового дальномера HC-SR04

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Нередко в быту и на производстве возникает задача автоматического пополнения резервуара какой-либо жидкостью, например, в дачном доме необходимо доливать воду в бак. Для решения такой задачи обычно применяют ёмкостные или резистивные датчики уровня жидкости. Автор предлагает использовать для этих целей ультразвуковой дальномер.

Используя принципы применения ультразвукового дальномера HC-SR04 без микроконтроллера, описание которых было приведено в [1—3], можно сделать измеритель уровня жидкости в какой-либо ёмкости (например, в резервуаре с водой), совмещённый с автоматом управления насосом. Поскольку высокой точности измерений при этом не требуется, в качестве индикатора можно применить малогабаритный стрелочный прибор, например микроамперметр. Для автоматического включения насоса в устройство можно ввести соответствующие элементы.

За основу такого устройства была взята аналоговая "линейка" [2] и доработана в соответствии с новыми требованиями. Шкалу микроамперметра можно, и даже удобнее, проградуировать в процентах от действующего объёма резервуара. А если применить микроамперметр с током полного отклонения 100 мкА, то и градуировать шкалу не потребуется.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно состоит из двух конструктивных узлов: датчика и блока индикатора с узлом управления насосом и сетевым источником питания. Основа датчика — ультразвуковой дальномер HC-SR04, принцип работы которого подробно описан в [1]. На ОУ DA1.1 собран генератор прямоугольных импульсов с периодом их следования около 12 мс. Это несколько меньше рекомендуемого, поскольку предполагается, что высота резервуара не превышает 2 м. Период следования импульсов можно изменить подборкой конденсатора C1 и резистора R4. Запускающий импульс для дальномера длительностью несколько десятков микросекунд формирует дифференцирующая RC-цепь C3R6.

На выходе Echo дальномера A1 формируются импульсы с логическим уровнем, длительность которых зависит от расстояния до препятствия, в данном случае — до поверхности воды в резервуаре. Импульсы поступают на интегрирующую RC-цепь R5C5 с постоянной времени несколько секунд, что обеспечивает повышенную помехозащищённость. Поэтому на конденсаторе C5 будет присутствовать постоянное напряжение, зависящее от уровня воды. Поскольку датчик расположен в верхней части резервуара, то чем меньше будет уровень воды, тем больше расстояние, а значит, и постоянное напряжение на конденсаторе. На ОУ DA1.2 собран буфер — повторитель напряжения, выходной сигнал которого по двухпроводному экранированному кабелю поступает на узел индикатора. По этому же кабелю поступает напряжение +5 В для питания датчика. Помехи по линии питания подавляют конденсаторы C2 и C4. Конденсатор C6 подавляет высокочастотные помехи на выходе ОУ.

В состав узла индикатора входит повторитель напряжения на ОУ DA2.1. Помехи и наводки на входе подавляет конденсатор C7. Выходной сигнал этого ОУ через токоограничивающий калибровочный резистор R8 поступает на стрелочный измерительный прибор — микроамперметр PA1, который индицирует уровень воды в резервуаре от 0 до 100 %. С движка подстроечного резистора R9 поступает напряжение для балансировки стрелочного измерителя.

На ОУ DA2.2, включённом как компаратор, транзисторе VT1 и реле K1 собран узел управления насосом. Порог включения насоса устанавливают переменным резистором R10, с помощью подстроечного резистора R11 устанавливают гистерезис переключения. Транзистор VT1 подаёт напряжение на

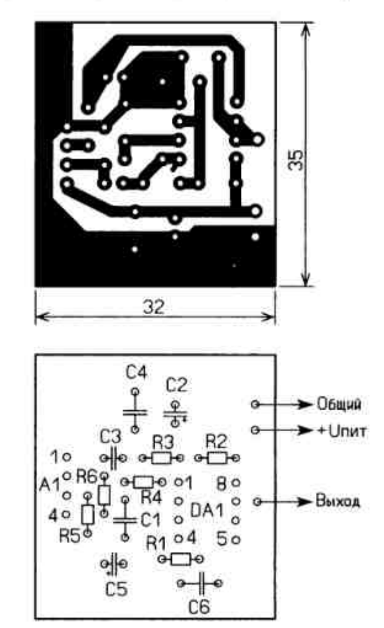


Рис. 2

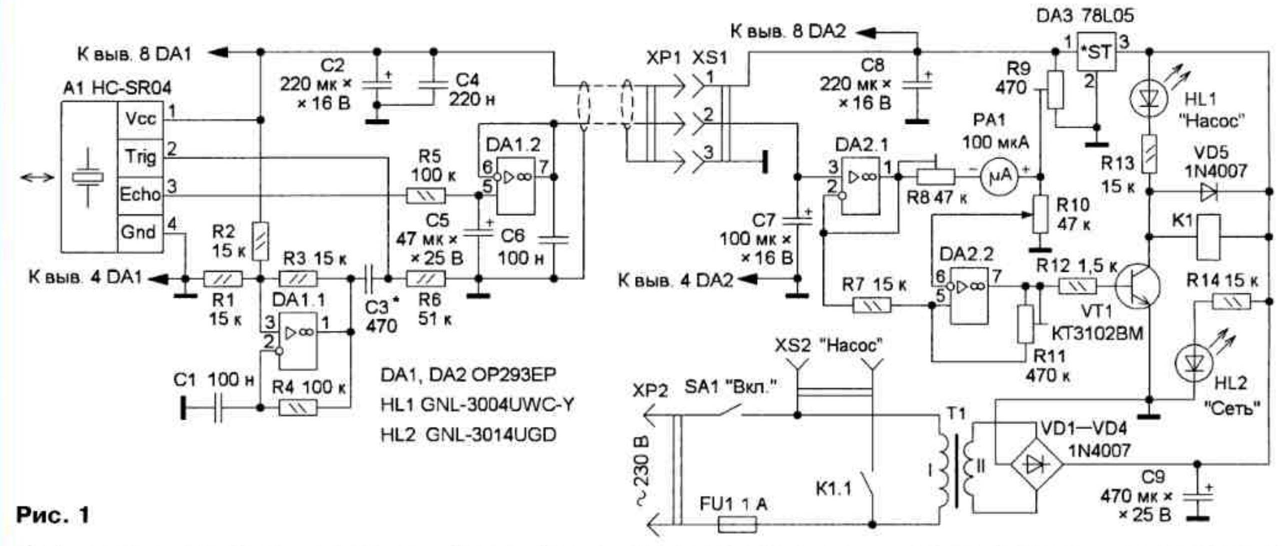


Рис. 1

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

реле К1, которое управляет питанием насоса. Светодиоды HL1 и HL2 индицируют состояние устройства. Узел питания собран на трансформаторе Т1, выпрямительном диодном мосте VD1—VD4 и сглаживающем конденсаторе С9. Напряжение питания ОУ DA2 и платы датчика стабилизировано интегральным стабилизатором DA3.

Сначала проверяют работоспособность датчика и устойчивость запуска дальномера HC-SR04. Для этого плату датчика устанавливают на столе на расстоянии около 1 м от стены, чтобы от неё отражался ультразвуковой сигнал, и подают на устройство питающее напряжение. Движок резистора R9 устанавливают в нижнее по схеме положение. Включают устройство и с помощью этого резистора устанавливают стрелку микроамперметра примерно посередине шкалы. Показания должны быть стабильными — стрелка не должна дрожать. Возможно, потребуется подборка конденсатора С3. Приближение и удаление датчика от стены должны приводить к увеличению и уменьшению показаний микроамперметра соответственно.

Устройство калибруют следующим образом. Датчик размещают в пустом резервуаре на его штатном месте так, чтобы ультразвуковое излучение датчика было направлено перпендикулярно дну резервуара, а отражённый сигнал попадал на дальномер HC-SR04. Расстояние от датчика до максимального уровня воды должно быть не менее 100...150 мм. Предварительно движок резистора R8 устанавливают в левое по схеме положение, R9 и R10 — в среднее, а R11 — в верхнее и включают питание устройства. Светодиод HL2 сигнализирует наличие напряжения на выходе выпрямителя. Через несколько десятков секунд, после окончания всех переходных процессов, резистором R9 устанавливают стрелку микроамперметра PA1 на начальную (нулевую) отметку шкалы. Реле К1 сработает, и включится светодиод HL1 белого свечения, сигнализируя об этом. Затем подключают насос, который должен начать работать. По мере наполнения резервуара напряжение на конденсаторе С7 должно уменьшаться, а стрелка микроамперметра должна отклоняться в сторону максимальной отметки шкалы. По заполнении резервуара на 100 % подстроечным резистором R8 устанавливают стрелку микроамперметра на максимальную отметку шкалы. При этом насос должен выключиться. Уровень воды, при котором включается насос, устанавливают переменным резистором R10. Если оперативная регулировка минимального уровня не требуется, переменный резистор R10 можно заменить подстроечным с фиксацией движка. Подстроечным резистором R11 можно установить гистерезис и, тем самым, уровень, при котором насос отключается. Чем больше гистерезис (меньше сопротивление введённой части резистора R11), тем больше разница между уровнями, при которых насос включается и выключается. Другими словами, при большом гистерезисе насос работает дольше, но включается реже, а при малом, наоборот, включается чаще, но работает недолго. В каждом конкретном случае гистерезис можно настроить по своему вкусу и потребностям.

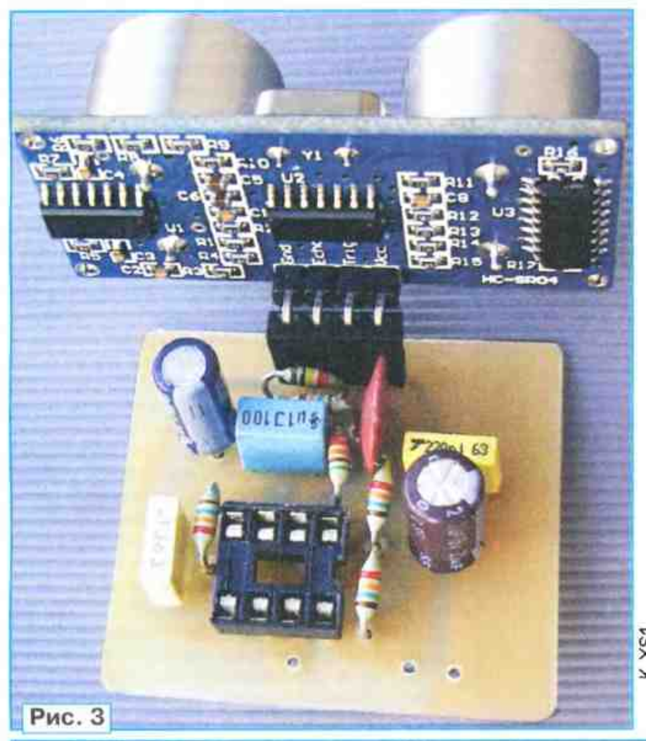


Рис. 3



Рис. 5



Рис. 4

Большинство элементов устройства размещены на двух односторонних печатных платах из стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы датчика показан на **рис. 2**, смонтированная плата — на **рис. 3**. Чертёж печатной платы индикатора показан на **рис. 4**, смонтированная плата — на **рис. 5**.

В устройстве применены постоянные резисторы С2-23, Р1-4, подстроечные — СП3-19, переменный — любой. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — плёночные или керамические. Конденсатор С1 должен быть с малым ТКЕ, это повысит стабильность показаний. Диоды VD1—VD4 — любые выпрямительные маломощные с допустимым током 100 мА, диод VD5 — любой маломощный кремниевый импульсный или выпрямитель-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

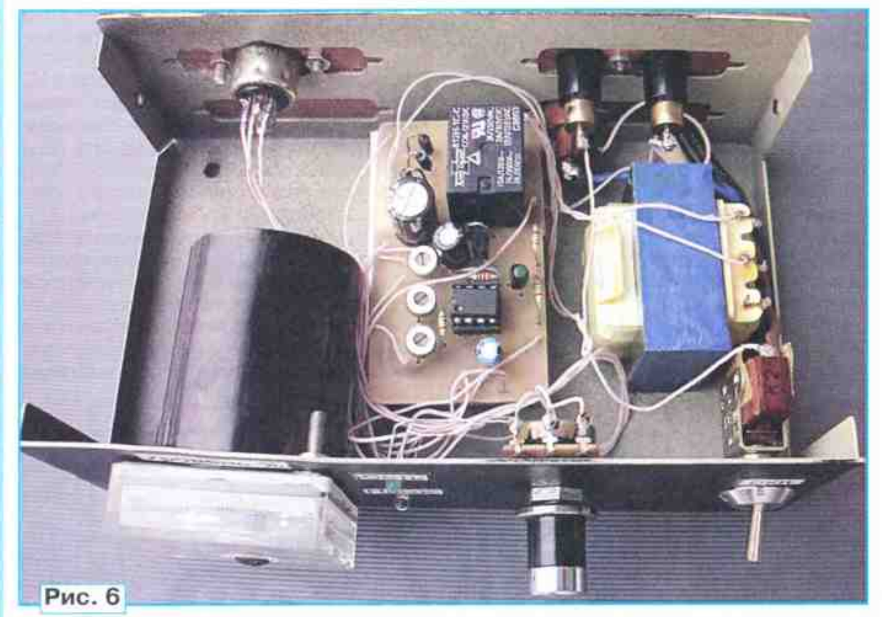


Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

ный, светодиоды можно применить любого свечения повышенной яркости с диаметром корпуса 3...5 мм. При применении обычных светодиодов сопротивление резисторов R13 и R14 должно быть в несколько раз меньше. Для установки ОУ на плату были смонтированы панели, но делать это необязательно. ОУ желательно применить серии Rail-to-Rail, который может работать при однополярном питании 5 В и обеспечивать выходное напряжение 0,05...0,1 В при втекающем токе до 100 мкА. Например, ОУ серии xx358x в данном случае не подойдёт, поскольку минимальное напряжение для такого тока у него не менее 0,5...0,6 В, что обусловлено схемотехническими особенностями. Понижающий трансформатор — любой малогабаритный с напряжением вторичной обмотки 10...11 В при токе 100 мА.

Для подключения дальномера HC-SR04 можно применить гнёзда из серии PSB, но лучше припаять его выводы непосредственно к печатным проводникам платы. Удобно применить микроамперметр с током полного отклонения 100 мкА. От его типа зависят размеры корпуса индикаторного блока. Выключатель питания может быть любым, рассчитанным на работу при напряжении сети и ток не менее потребляемого насосом. Реле — 812H-1C-C с номинальным напряжением обмотки 12 В. Можно применить и другие реле с таким же номинальным напряжением, сопротивлением обмотки не менее 200 Ом и контактами, рассчитанными на работу в сети 230 В и ток, потребляемый насосом. Если такое реле не помещается на плату, его можно с помощью клея закрепить на дне корпуса индикаторного блока и соединить с платой изолированными монтажными проводами. Для индикаторного блока можно использовать любой корпус подходящих размеров. Размещение элементов внутри него показано на **рис. 6**.

Держатель плавкой вставки может быть любым, но она должна быть рассчитана на ток, потребляемый насосом. Гнездо для подключения кабеля датчика может быть любым. Внешний вид задней панели индикаторного блока показан на **рис. 7**. Для соединения датчика и индикаторного блока следует применить экранированный многожильный кабель. Если число проводов в кабеле больше двух, то "лишние" используют для подачи питающего напряжения. Если длина кабеля, соединяющего датчик и индикатор, не превышает 2...3 м, конденсатор C6 можно не устанавливать. Внешний вид индикаторного блока с датчиком показан на **рис. 8**.

Поскольку датчик будет работать заведомо во влажной среде, необходимо обеспечить хорошую влагоизоляцию. Для этого после окончания налаживания дальномер HC-SR04 желательно впаять непосредственно в плату датчика, демонтировав разъём, если он был установлен. Затем для защиты от влаги плату датчика и плату дальномера необходимо покрыть влагостойким лаком. Корпус, в котором размещена плата датчика, должен быть герметичным. Для него можно применить любой пластмассовый корпус, например, распределительную герметичную коробку для электропроводки. Для ультразвуковых излучателя и приёмника дальномера HC-SR04, а также соединительного кабеля в корпусе датчика делают отверстия. Все щели и отверстия герметизируют силиконовым герметиком. Излучатель и приёмник можно закрыть тонкой полиэтиленовой плёнкой без складок, но предварительно следует проверить, не влияет ли она на показания. При необходимости предварительно на корпусе датчика устанавливают элементы крепления. Если не требуется управления насосом, элементы R7, R10—R13, HL1, VT1, VD5 и K1 на плату не устанавливают, гнездо XS2 тоже не потребуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 1. Сигнализаторы присутствия. — Радио, 2018, № 4, с. 59—62.

2. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 2. Аналоговая "линейка". — Радио, 2018, № 5, с. 55, 56.

3. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 3. Выключатель освещения. — Радио, 2018, № 6, с. 57, 58.

От редакции. *Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout имеются по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/H2O-metr.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Светодиодный фонарь-термометр

П. КОЖУХИН, г. Курган

Несколько лет назад автор предлагаемой статьи сделал и установил в своём гараже питающийся от сети электронный термометр с несколькими датчиками, в том числе размещёнными в погребе и в смотровой яме. Но придя как-то в гараж, он обнаружил, что электричество отключено и далее будет подаваться строго по графику. Поэтому, не желая согласовывать посещения гаража с этим графиком, он сделал портативный светодиодный фонарь, совмещённый с термометром.

Основа устройства, схема которого изображена на **рис. 1**, — микроконтроллер DD1 PIC16F886-I/SO, тактируемый встроенным RC-генератором с частотой 4 МГц. Он питается от литий-ионного аккумулятора G1, напряжение которого повышено до 5 В стабилизированным преобразователем постоянного напряжения в постоянное DA2 REG710NA-5/250. Этим же напряжением питаются светодиодные индикаторы HG1—HG3, что обеспечивает их стабильную яркость при постепенной разрядке аккумулятора. Статическое управление индикаторами позволило не использовать в программе микроконтроллера прерывания и упростило считывание показаний датчика температуры BK1, который подключают к гнезду XS2 с помощью штекера XP2. Тип датчика (DS18B20 или DS18S20) программа определяет автоматически.

Излучателями света служат светодиоды EL1—EL4 LED-001W-11C-100-110LM-NC-P номинальной мощностью 1 Вт и с цветовой температурой 6500 °K. Каждый из них способен обеспечить световой поток 110...120 лк. Практика показала, что при снижении подводимой мощности до 0,2...0,3 Вт эти светодиоды могут работать без специального теплоотвода, а их суммарная яркость остаётся достаточной для освещения небольшого помещения.

Включает светодиоды по команде микроконтроллера электронный ключ на транзисторах VT3 и VT4. Их яркость при разрядке аккумулятора поддерживается приблизительно постоянной с помощью встроенного в микроконтроллер узла ШИМ. Всего предусмотрено девять условных уровней напряжения аккумулятора, обозначаемых цифрами от 0 (приблизительно 3,4 В, коэффици-

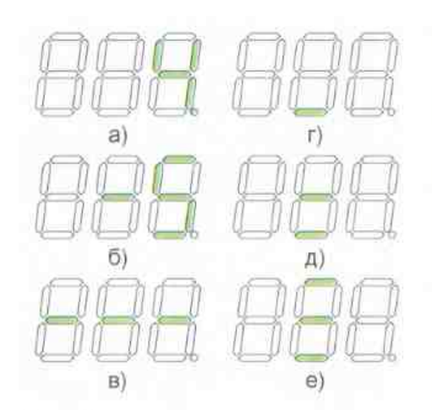
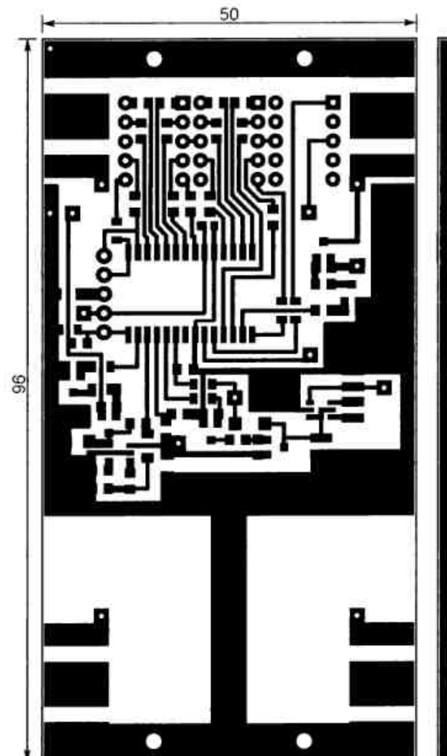


Рис. 2

Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



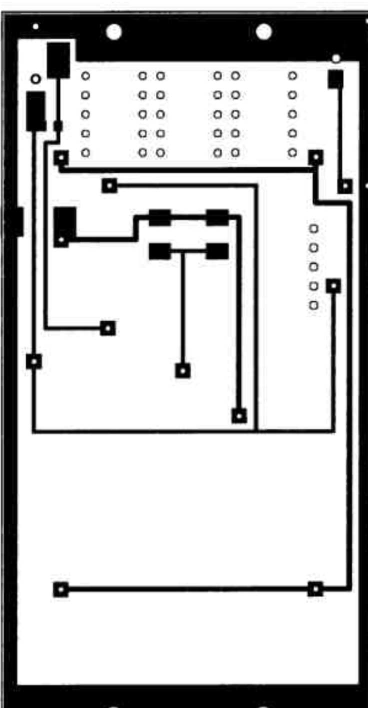
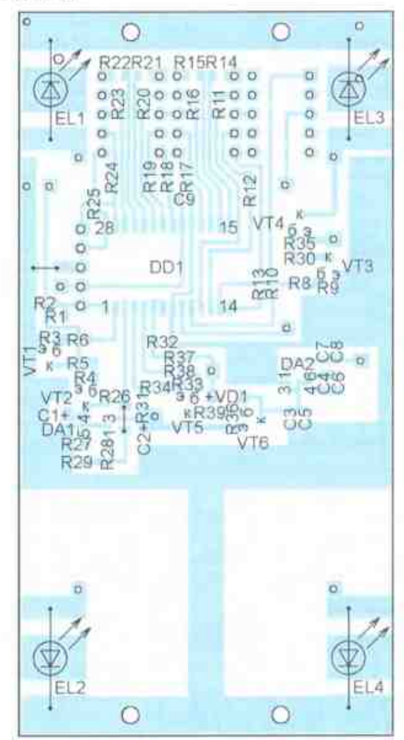


Рис. 3



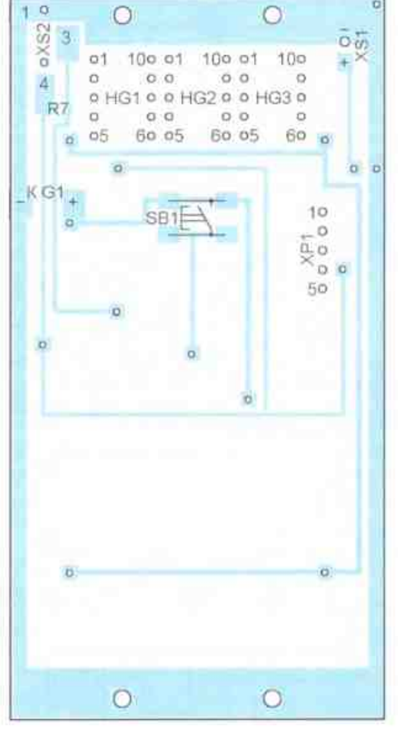


Рис. 4

ент заполнения импульсов тока максимален) до 8 (приблизительно 4,2 В, коэффициент минимален). При этом средний ток через светодиоды поддерживается с точностью не хуже ±15 %.

Заряжают аккумулятор G1 через контроллер зарядки DA1, обеспечивающий правильное выполнение всего её цикла без вмешательства оператора. Сначала микроконтроллер DD1 проверяет, подключён ли к разъёму XS1 источник зарядного тока и меньше ли 4,2 В напряжение аккумулятора. Если эти условия выполнены, электронный ключ на транзисторах VT1 и VT2 соединит разъём XS1 с входом контроллера зарядки DA1. Контроллер начнёт зарядку, в подтверждение чего установит на своём выходе Stat (выводе 1) низкий логический уровень. Когда зарядка будет завершена, выход Stat перейдёт в высокоимпедансное состояние. По этому сигналу микроконтроллер DD1 закроет транзисторы VT1 и VT2. Прекратить зарядку можно в любой момент и вручную, достаточно отключить источник зарядного тока от разъёма XS1.

Включают устройство нажатием на кнопку SB1. При этом напряжение аккумулятора через диод VD1 поступает на вход преобразователя DA2 в обход ещё разомкнутого ключа на транзисторах VT5 и VT6. На выходе преобразователя появляется напряжение 5 В. Микроконтроллер DD1 начинает работать и устанавливает на своём выходе RA3 высокий логический уровень. Это открывает транзисторы VT5 и VT6. Теперь кнопку SB1 можно отпустить. Далее она будет служить для управления работой устройства.

Первое, что будет отображено на индикаторе после включения, — условное, от 0 до 8, значение напряжения аккумулятора (**рис. 2**,а). Светодиоды EL1—EL4 будут светиться с пониженной яркостью. Чтобы перейти в режим термометра, достаточно кратковременно нажать на кнопку SB1. Если датчик подключён правильно, будет выведено значение температуры (рис. 2,б), а если он неисправен, не подключён или подключён неправильно — три знака минус (рис. 2,в). Яркость свечения светодиодов по-прежнему остаётся пониженной.

Чтобы включить фонарь на полную мощность, необходимо ещё раз кратковременно нажать на кнопку SB1. Индикатор погаснет, а яркость осветительных светодиодов увеличится до максимальной. Приблизительно через минуту она упадёт до минимальной. Ещё через 2 с будет измерено напряжение аккумулятора. Если он ещё не разряжен полностью, яркость светодиодов вновь возрастёт до максимальной.

Этот цикл повторяется до выполнения хотя бы одного из следующих условий:

— аккумулятор полностью разрядился;

— кратковременным нажатием на кнопку SB1 устройство переведено в режим отображения условного значения напряжения аккумулятора;

— длительным нажатием на кнопку SB1 устройство переведено в режим регулировки яркости свечения светодиодов. При удержании кнопки нажатой яркость будет постепенно уменьшаться, а после её отпускания и повторного удержания нажатой — увеличиваться.

Если устройство включить во время зарядки аккумулятора, то на индикаторе каждую секунду станут сменяться изображения, показанные на рис. 2,г—рис. 2,е. После ручного или автоматического завершения зарядки устройство перейдёт в режим отображения условного уровня напряжения аккумулятора (рис. 2,а).

Через 15 с после включения или последнего нажатия на кнопку фонарь-термометр автоматически выключается.

Печатная плата устройства изображена на **рис. 3**. Расположение элементов на ней показано на **рис. 4**. Все пере-

ходные отверстия должны быть металлизированы. Большинство деталей — для поверхностного монтажа. Типоразмер резисторов — 0805, перемычек — 1206, конденсаторов С3—С6, С8, С9 — 0805, С7 — 0603. Оксидные конденсаторы С1 и С2 — танталовые типоразмера А. Разъёмы ХР1 — PLS-5, ХР2 — стереофонический аудиоштекер диаметром 3,5 мм, XS1 — DC-055A, XS2 — PJ-W17-03.

Аккумулятор — BL-4C ёмкостью 860 мА·ч. Он помещён на стороне печатной платы, где установлены индикаторы HG1—HG3, и соединён с соответствующими контактными площадками короткими проводами.

Микросхему зарядного устройства MCP73832T-2ACI/OT можно заменить на MCP73831T-2ACI/OT, причём резисторы R26 и R29 в этом случае можно не устанавливать. Источник, подключаемый к разъёму XS1, должен иметь напряжение 5±0,5 В при токе нагрузки до 350 мА.

Плата помещена в самодельный корпус, изготовленный из готового корпуса G10010040B, размеры которого уменьшены до 100×55×17 мм. В корпусе сделаны отверстия для индикаторов HG1—HG3, кнопки SB1, светодиодов EL1—EL4, разъёмов XS1 и XS2, а также для шнурка, с помощью которого фонарь-термометр удобно повесить на шею или на стену освещаемого помещения.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/Lantern.zip** на нашем FTP-сервере.*

Сигнализатор протечки

А. МУХИН, г. Донецк, Украина

Этот прибор предназначен для звуковой и световой сигнализации о появлении воды там, где это нежелательно или опасно. Когда воды нет, он периодически выдаёт пачки коротких вспышек светодиода зелёного свечения. При попадании её на датчик влажности вспышки становятся красными и сопровождаются звуковыми сигналами.

Сигнализатор, внешний вид которого показан на **рис. 1**, устанавливают в подрозетник аналогично обычному электровыключателю или розетке. Питают его от сети 230 В, 50 Гц, но контакты датчика влажности изолированы от сети, поэтому прикосновение к ним безопасно.

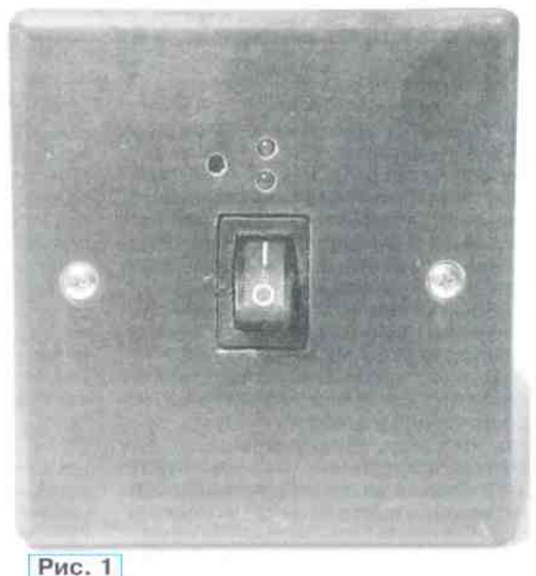


Рис. 1

Схема сигнализатора изображена на **рис. 2**. Напряжение сети выпрямляет диод VD1. Через первый параметрический стабилизатор напряжения, собранный на элементах R2, R9, C3, C5, VD7, питается узел на транзисторе VT1. Второй параметрический стабилизатор, собранный на элементах R3, R5, R6, R10, C4, C7—C9, VD2, VD4, вместе с интегральным стабилизатором напряжения DA2 питает остальные узлы прибора.

После подключения сигнализатора к сети напряжение на конденсаторах C4, C7—C9 медленно нарастает. Как только оно превысит сумму напряжений стабилизации стабилитронов VD2, VD4 (около 30 В), через стабилитроны и переход база—эмиттер транзистора VT1 потечёт ток, и дальнейший рост напряжения на конденсаторах прекратится. Через открывшийся транзистор быстро зарядится конденсатор C2, поэтому уровень напряжения на входе элемента DD1.1 станет логически низким, а на его выходе — высоким. Это разрешит работу генератора импульсов, собранного на

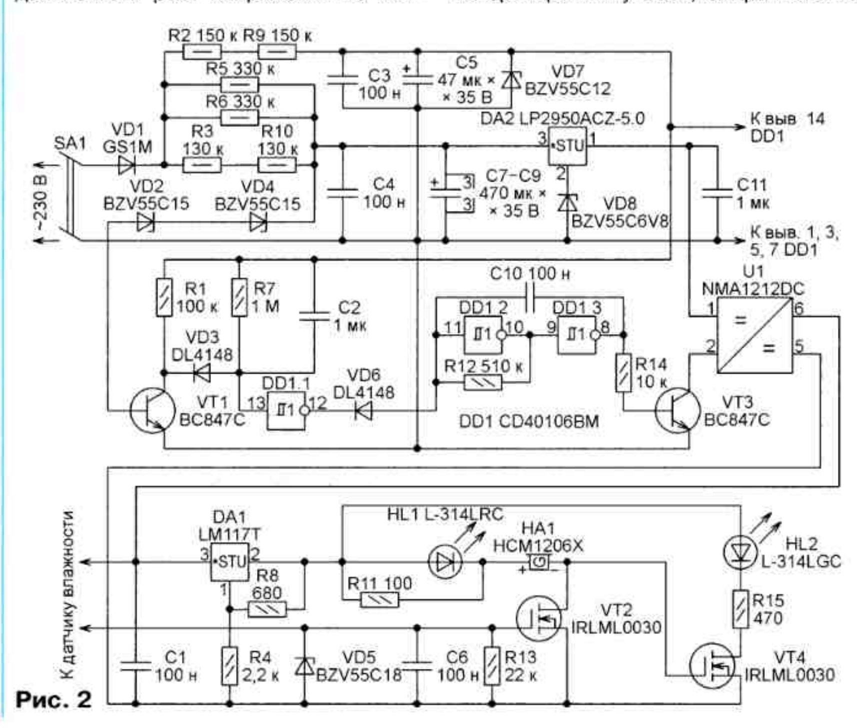
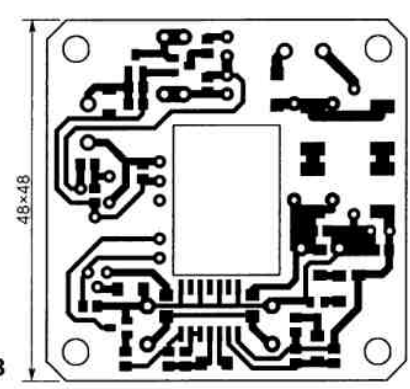
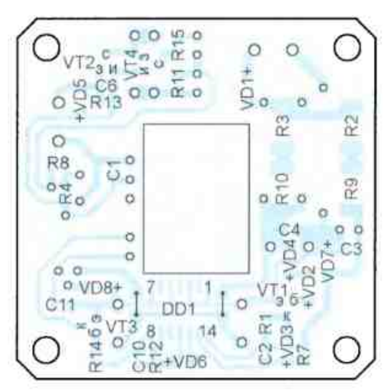


Рис. 2





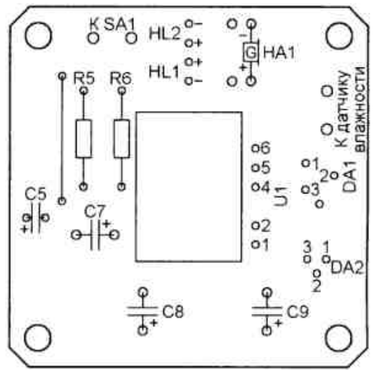


Рис. 3

элементах DD1.2 и DD1.3. Его импульсы с помощью транзистора VT3 станут периодически включать U1 — преобразователь постоянного напряжения в постоянное, который обеспечивает изоляцию цепей прибора, связанных с датчиком влажности, от питающей сети. Амплитуда импульсов выходного напряжения этого преобразователя (12 В) уменьшена до 5 В интегральным стабилизатором DA1.

Датчик влажности представляет собой два электрода, разделённых гигроскопичной прокладкой. Пока прокладка сухая, сопротивление между электродами датчика очень велико. По этой причине во время действия каждого импульса выходного напряжения стабилизатора DA1 транзистор VT2 остаётся закрытым, но открывается транзистор VT4 и включается светодиод HL2 зелёного свечения. Это сигнализирует об исправности устройства и отсутствии протечки.

Если же в результате протечки прокладка стала влажной, сопротивление между электродами датчика значительно уменьшается, поэтому напряжение затвор—исток транзистора VT2 становится достаточным для его открывания во время импульса. Периодически включается светодиод красного свечения HL1, а излучатель звука со встроенным генератором HA1 подаёт звуковые сигналы о протечке. Транзистор VT4 в этой ситуации остаётся закрытым, так как напряжение между его затвором и истоком близко к нулю благодаря открытому транзистору VT2. Поэтому светодиод HL2 не включается.

Поскольку ток разрядки конденсаторов C7—C9 стабилизатором DA2 и работающим преобразователем U1 значительно больше тока их зарядки, текущего через резисторы R3, R5, R6, R10, через некоторое время после начала работы преобразователя напряжение на конденсаторах уменьшается настолько, что транзистор VT1 закрывается. Однако генератор импульсов на элементах DD1.2 и DD1.3 продолжает работать, пока не разрядится через резистор R7 конденсатор C2. Лишь после этого подача световых и звуковых сигналов прекращается. Однако спустя время, необходимое для зарядки конденсаторов C7—C9 до прежнего напряжения, цикл подачи этих сигналов повторяется.

Длительность пачки звуковых и световых импульсов зависит от постоянной времени цепи C2R7, а частота следования импульсов в пачке — от ёмкости конденсатора C10 и сопротивления резистора R12. Продолжительность паузы между пачками импульсов зависит от суммарной ёмкости конденсаторов C7—C9.

Сигнализатор собран на печатной плате, изображённой на **рис. 3**. Светодиоды HL1 и HL2, а также излучатель звука HA1 установлены со стороны печатных проводников.

Микросхему CD40106BM можно заменить её функциональным аналогом (например, К561ТЛ2) в другом корпусе, но потребуется переделка печатной платы. Вместо преобразователя напряжения NMA1212DC можно применить другой маломощный с входным и выходным напряжением 12 В при условии, что его вход и выход не связаны гальванически, а изоляция между ними выдерживает сетевое напряжение.

***От редакции**. Стабилизатор напряжения DA1 и резисторы R4, R8 можно не устанавливать, если заменить излучатель звука HCM1206X на HCM1212X либо включить последовательно с излучателем HCM1206X резистор такого сопротивления, чтобы напряжение между выводами излучателя не превышало 6 В. При этом на печатной плате нужно соединить перемычкой контактные площадки для выводов 2 и 3 стабилизатора. Сопротивление резистора R15 нужно будет увеличить до 1,8 кОм.*

Стабилизатор DA1 не потребуется и в том случае, если вместо преобразователя напряжения NMA1212DC применить NMA1205DC или другой с выходным напряжением 5 В. Заменять излучатель звука и увеличивать сопротивление резистора R15 в этом случае не придётся. Но, возможно, потребуется подключить между выводами 1 и 2 преобразователя U1 резистор, подобрав его сопротивление таким, чтобы генерация пачек световых и звуковых импульсов была устойчивой.

Измеритель времени распространения ультразвука

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Измерив время распространения ультразвука от его излучателя до приёмника и зная расстояние между ними, можно судить о свойствах среды распространения. Хотя основное назначение предлагаемого устройства — измерение скорости ультразвука в различных средах, на его основе можно строить системы охранной сигнализации, измерители расстояния, анализаторы химического состава различных веществ. Например, в моей статье "Ультразвуковой измеритель октанового числа бензина" ("Радио", 2015, № 2, с. 44—47) был описан прибор, действие которого основано на различии скорости распространения ультразвука в бензинах с различным октановым числом.

Схема предлагаемого измерителя времени распространения изображена на **рис. 1**. Алгоритм его работы подобен детально описанному в упомянутой выше статье. Следует лишь отметить, что в устройство добавлены низкочастотный генератор импульсов и перемычка S1, с помощью которой можно изменять режим работы.

Когда перемычка установлена в положение 1-2, излучатель BQ1 непрерывно создаёт в контролируемой среде ультразвуковые колебания частотой 40 кГц, а приёмник ультразвука BM1 принимает их. Приём сигнала подтверждается высоким логическим уровнем на выходе элемента DD2.1, в отсутствие сигнала этот уровень — низкий. Такой режим удобен для отладки устройства и поиска оптимального расположения излучателя и приёмника. Может он использоваться и в охранной сигнализации — при пересечении нарушителем ультразвукового луча высокий уровень на выходе прибора сменится низким.

Установив перемычку в положение 3-4, можно производить однократные измерения времени распространения ультразвука от излучателя до приёмника. Пока кнопка SB1 не нажата, триггер на элементах DD1.1 и DD1.2 остаётся в

состоянии с низким уровнем на выходе элемента DD1.1. Этим излучение ультразвука запрещено, а на выходе элемента DD2.1 установлен низкий уровень. Нажатие на кнопку и её удержание разрешает излучение. Низкий уровень на выходе в момент нажатия сменяется высоким, поскольку излучение ещё не достигло приёмника, и вновь становится низким, когда это произойдёт. Так формируется импульс высокого логического уровня длительностью, равной времени распространения.

При перемычке в положении 5-6 ультразвуковые колебания модулирует последовательность импульсов, следующих с частотой около 10 Гц. В результате на выходе прибора импульсы, длительность которых равна времени распространения, повторяются с той же частотой. Это позволяет следить за изменениями времени распространения ультразвукового сигнала.

Налаживание устройства сводится к установке подстроечным резистором R11 частоты следования импульсов на выводе 5 микросхемы DA2 равной 40 кГц — резонансной частоте излучателя ультразвука BQ1 и его приёмника BM1. В случае применения этих элементов с другой резонансной частотой частота импульсов генератора должна быть соответствующим образом изменена.

Период следования импульсов генератора на элементах DD1.3 и DD1.4 должен быть не менее чем в два раза больше максимального измеряемого времени распространения. Его точная установка не требуется.

Для преобразования длительности выходных импульсов в напряжение предлагаю преобразователь, схема которого изображена на **рис. 2**. По нарастающему перепаду поступившего на его вход импульса узел, состоящий из цепи задержки (соединённых последовательно элементов DD1.2, DD1.3 и DD1.5), элемента 2И-НЕ DD2.1 и служащего инвертором элемента DD2.2, формирует короткий импульс, устанавливающий счётчик DD4 в исходное (нулевое) состояние. Узел из элемента DD1.6, D-триггера DD3.1 и элементов DD2.3 и DD2.4 стробирует входной импульс импульсами генератора, собранного на элементах DD1.1 и DD1.4, которые при указанных на схеме номиналах конденсатора C8 и резисторов R1 и R2 следуют с периодом приблизительно 42 мкс.

Число импульсов в полученной пачке пропорционально длительности входного импульса, а следовательно, измеряемому времени распространения ультразвука. Их подсчитывает счётчик DD4, код с выходов которого поступает на входы восьмиразрядного цифроаналогового преобразователя (ЦАП) DA1. По окончании входного импульса напряжение на выходе ЦАП пропорционально длительности входного импульса. Поскольку счётчик и ЦАП восьмиразрядные, число импульсов в пачке не должно превышать 255, что при указанном выше периоде следования счётных импульсов соответствует максимальному измеряемому времени распространения около 10,7 мс. За это время при комнатной температуре ультразвук проходит в воздухе приблизительно 3,5 м.

Напряжение с выхода ЦАП поступает на неинвертирующий вход компаратора DA2, на другой вход компаратора с движка переменного резистора R3 подано пороговое напряжение. При пересечении этого порога напряжением с выхода ЦАП уровень напряжения на выходе компаратора сменяется противоположным и в зависимости от направления пересечения включается либо выключается светодиод HL1. При необходимости переменный резистор R3 может быть снабжён шкалой, проградуированной в единицах времени или другой величины, измеряемой с помощью ультразвука.

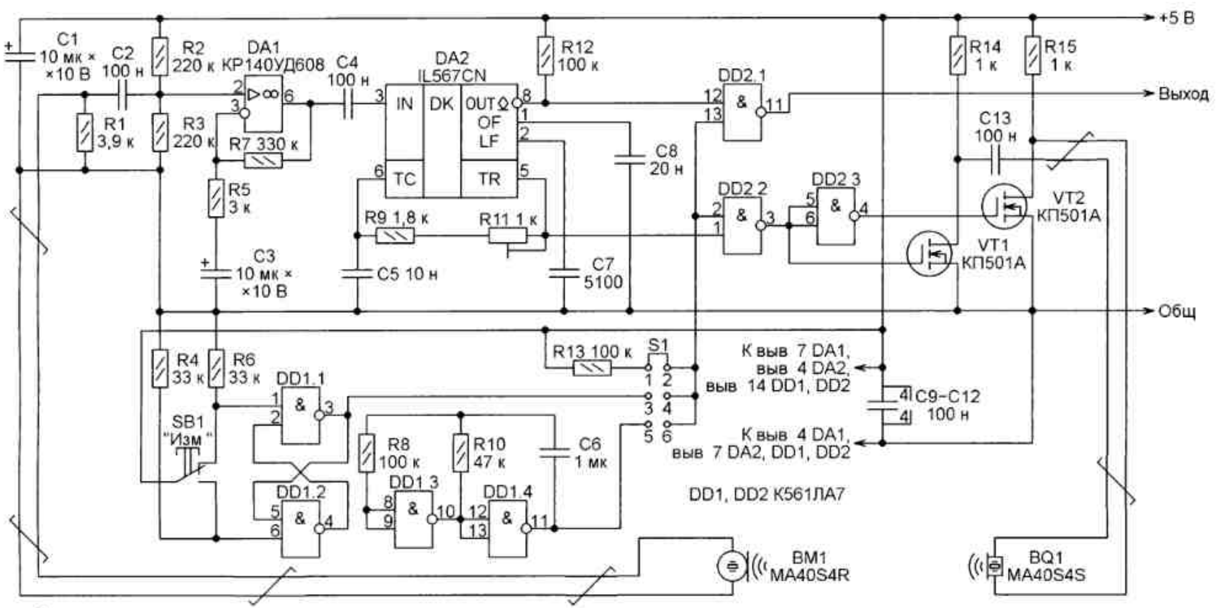


Рис. 1

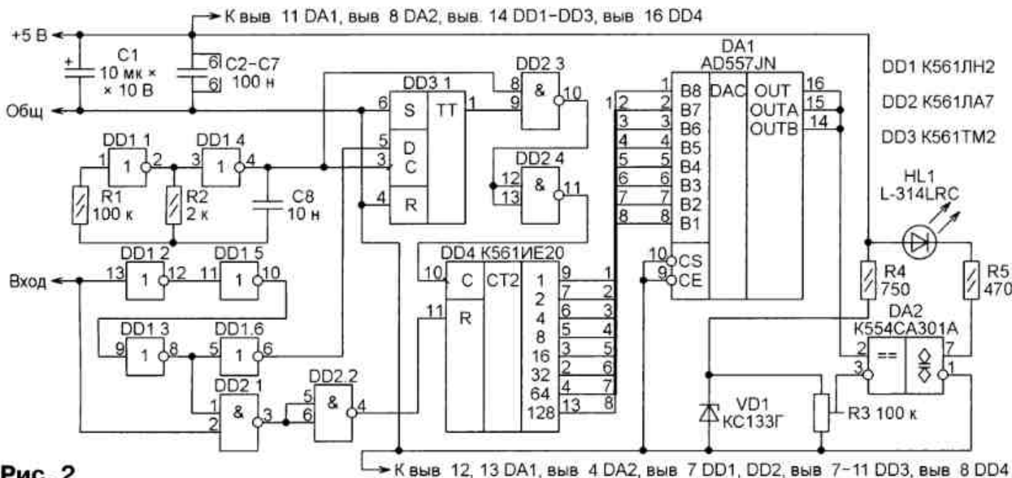


Рис. 2

Влияние ёмкостной составляющей нагрузки на АЧХ ЗС электрогитары

П. СЕНЮТКИН, г. Глазов, Удмуртия

В статье рассмотрено влияние ёмкостной составляющей нагрузки магнитного звукоснимателя электрогитары на форму его амплитудно-частотных характеристик. Показано изменение АЧХ звукоснимателя при последовательном и параллельном подключении к нему конденсаторов различной ёмкости.

Любой электромагнитный звукосниматель (ЗС) для электрогитары (ЭГ), даже с самыми прекрасными характеристиками, является всего лишь частью полного электроакустического тракта ЭГ. Образно выражаясь, можно сказать, что полный электроакустический тракт ЭГ начинается от струн гитары и заканчивается динамической головкой в колонке. Материал дерева, струны, фильтры, кабели, усилители могут заметно повлиять на характеристики ЗС, изменяя характер звучания. Рассмотрим здесь влияние некоторых элементов электрических схем ЭГ на частотные характеристики ЗС. Варианты электрических схем ЭГ показаны на **рис. 1**.

На рис. 1,а представлена простейшая схема бюджетных гитар. ЗС (или два-три ЗС с переключателем) подключён к выходу ЭГ через фильтр (Ф) низкой частоты (НЧ) и регулятор громкости. Всё разнообразие тембров обеспечивается только переключением ЗС с различными АЧХ. Обычные параметры элементов: $R_{НЧ} \approx R_г$ = 250 кОм... 1 МОм, $C_{НЧ}$ = 0,02...0,1 мкФ. Суммарная ёмкость нагрузки (ёмкость гитарного кабеля и усилителя) $C_н = C_к + C_{вх}$. Входная ёмкость усилителя $C_{вх}$ может быть в интервале 100...500 пФ. Ёмкость гитарного кабеля $C_к$ зависит от его длины; в домашних условиях достаточно длины 3...4 м, для концертной площадки — 8...10 м. Простой и дешёвый кабель можно легко изготовить самому из кабеля марки RG-58 A/U с погонной ёмкостью 93...110 пФ/м. Этот кабель очень устойчив к скруткам и изгибам, его широко и давно используют. При длине 10 м ёмкость кабеля составит около 1000 пФ. Входное сопротивление $R_{вх}$ усилителя может быть в интервале 10 кОм...1 МОм.

В более сложных схемах используют фильтры, состоящие из резисторов, конденсаторов и иногда из катушек индуктивности. Такие фильтры можно представить условно схемой на рис. 1,б. В схемах, изображённых на рис. 1,а и рис. 1,б, шунтирование ЗС резисторами $R_{НЧ}$ и $R_г$, а особенно ёмкостью $C_н$ и не слишком большим (по сравнению с $R_п$) входным сопротивлением усилителя $R_{вх}$, достаточно заметно. Уменьшить влияние этих элементов можно только с помощью повторителя П с входным сопротивлением 1...2 МОм и выходным сопротивлением 0,5... 1 кОм (рис. 1,в).

Такими характеристиками обладает, например, простейший истоковый повторитель на полевом транзисторе КП303А, приведённый в известной схеме S.A.G.E. [1]. Тогда нагрузкой ЗС становится входное сопротивление повторителя $R_{вх\ пов}$ (рис. 1,г). При использовании повторителя с такими входными и выходными сопротивлениями ёмкость кабеля, входные ёмкость и сопротивление усилителя практически не оказывают никакого влияния на звук.

Схемы фильтров для электрогитар широко представлены на различных сайтах и в литературе [2—4]. За редким исключением формирование амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) ЗС производится с помощью конденсаторов. При этом используют два способа их включения — установка конденсаторов параллельно или последовательно с ЗС. Часто вместе с конденсаторами используют резисторы для небольшой корректировки АЧХ ЗС: так, последовательно включаемый конденсатор шунтируют резистором, а параллельный включают с последовательным резистором [5].

Для исследования фильтров автор использовал ЗС электрогитары Zombie-V165: нижний (bridge) — хамбакер с параметрами R = 14,55 кОм, L = 5,8 Гн, C = 45 пФ, $R_п$ = 1013 кОм; средний (mid) — сингл с параметрами R = 5,8 кОм, L = 1,85 Гн, C = 191 пФ, $R_п$ = 256 кОм.

Характеристики ЗС измерены по методике, изложенной в [6].

Нагрузка ЗС принята в виде входного сопротивления повторителя $R_{вх\ пов}$ = = 1,5 МОм. Внешний конденсатор — C1 (**рис. 2**).

Частотная зависимость коэффициента передачи по напряжению K_U для цепи, показанной на рис. 2, может быть записана в виде

$$K_U = \frac{U_Н}{U_Г} = \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \qquad (1)$$

где $U_н$ — напряжение на нагрузке (на резисторе $R_{вх\ пов}$); $U_г$ — напряжение от генератора (струны).

При установке конденсатора C1 параллельно с ЗС коэффициенты A и B

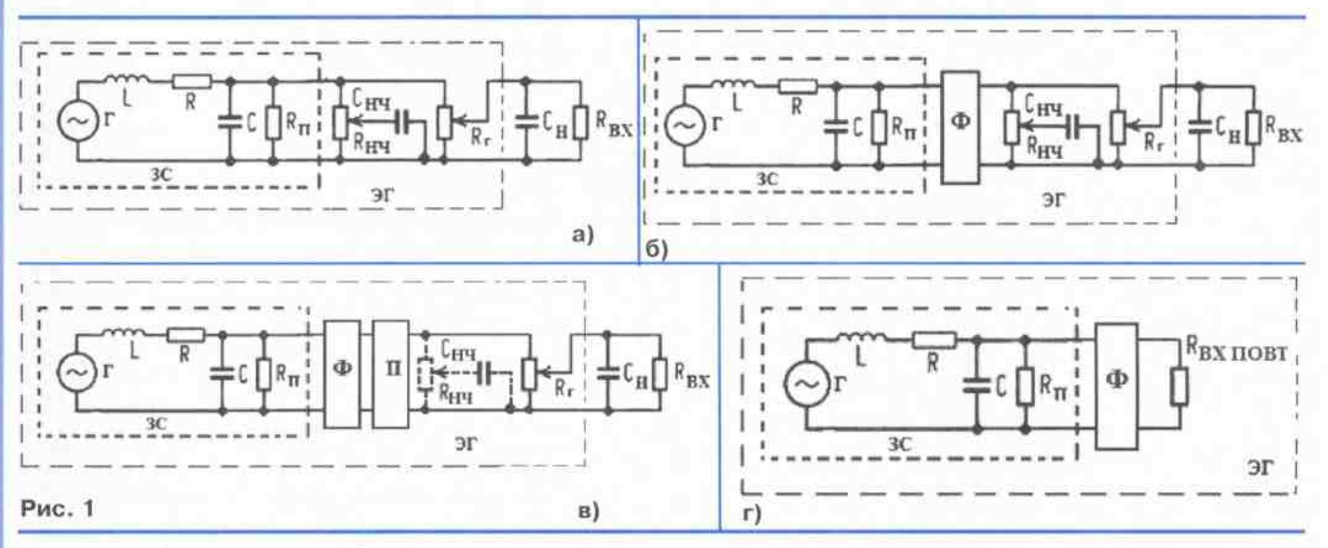


Рис. 1

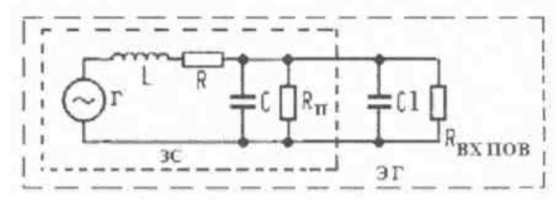


Рис. 2

можно рассчитать по формулам:

$$A = \left[4\pi^2 f^2 L(C + C1) - (1 + \frac{R}{R_п} + \frac{R}{R_{вх\ пов}})\right]; \quad (2)$$

$$B = 2\pi f\left[(L\frac{R_п + R_{вх\ пов}}{R_п \cdot R_{вх\ пов}} + R(C + C1)\right]. \quad (3)$$

На **рис. 3**, **рис. 4** показаны частотные характеристики по результатам расчётов для нижнего и среднего ЗС соответственно.

Из графиков видно, что конденсатор, параллельный ЗС, уменьшает его резонансную частоту. Ниже 500 Гц подъём низких частот с помощью такого фильтра нецелесообразен, наблюдается сильное сужение полосы частот. Шунтируя конденсатор резистором, можно уменьшить резонансный пик и получить фильтр низкой частоты (ФНЧ) с максимальной полосой частот. Выбирая несколько номиналов конденсатора и шунтирующего резистора, можно получить фильтр НЧ с переключаемой частотой среза. Резистор, установленный последовательно с конденсатором C1, изменит тембр звука в области ВЧ.

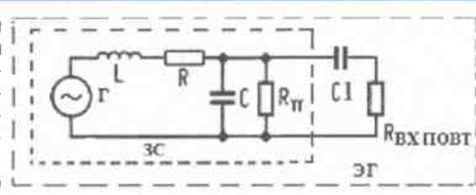


Рис. 5

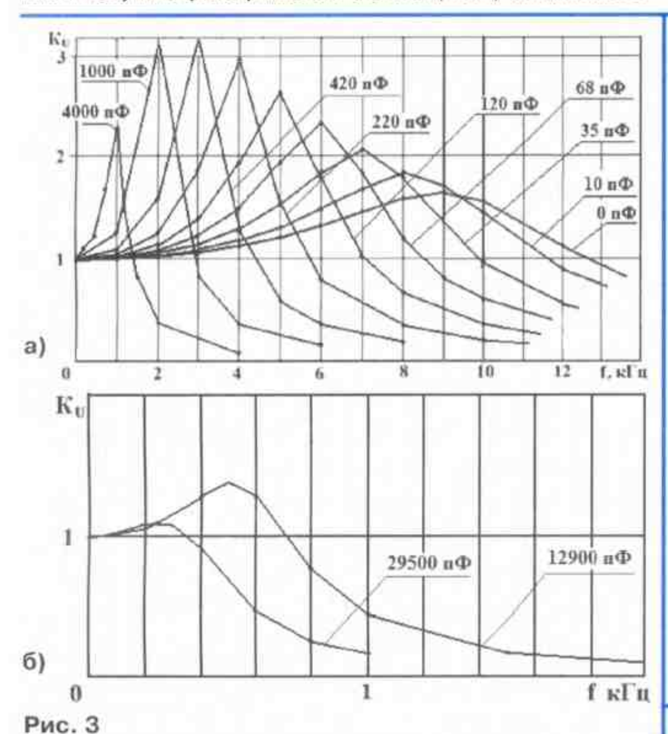


Рис. 3

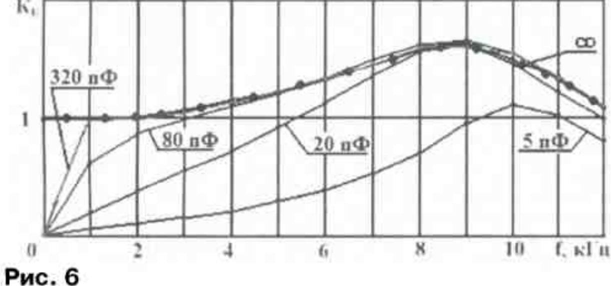
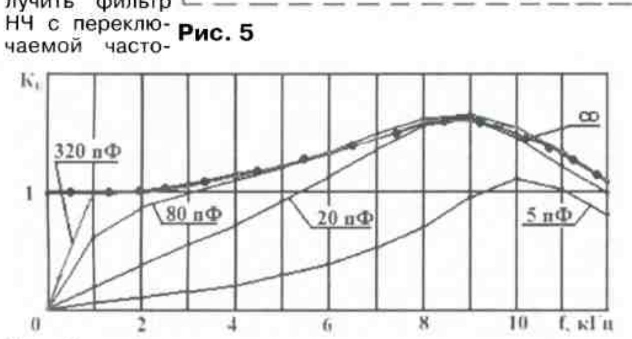



Рис. 6

При установке конденсатора C1 последовательно со ЗС (**рис. 5**) коэффициенты A и B в (1) можно рассчитать по формулам:

$$A = 4\pi^2 f^2 LC - \left(1 + \frac{R}{R_{вх\ пов}} + \frac{R}{R_п} + \frac{C \cdot R}{C1\, R_{вх\ пов}} + \frac{L}{C1 \cdot R_п R_{вх\ пов}}\right); \quad (4)$$

$$B = 2\pi f\left(\frac{1}{R_{вх\ пов}} + \frac{1}{R_п} + \frac{C}{C1\, R_{вх\ пов}} - \frac{RC}{L}\right) - \frac{1}{2\pi f C1}\left(\frac{1}{R_{вх\ пов}} + \frac{R}{R_п R_{вх\ пов}}\right). \quad (5)$$

Рассмотрим влияние последовательно включаемого конденсатора на нижний ЗС, так как принципиального отличия между АЧХ среднего и нижнего ЗС не существует (см. рис. 3, рис. 4). Для анализа влияния C1 на АЧХ ЗС подставим в формулы (4) и (5) значения номиналов элементов нижнего ЗС, кроме f и C1.

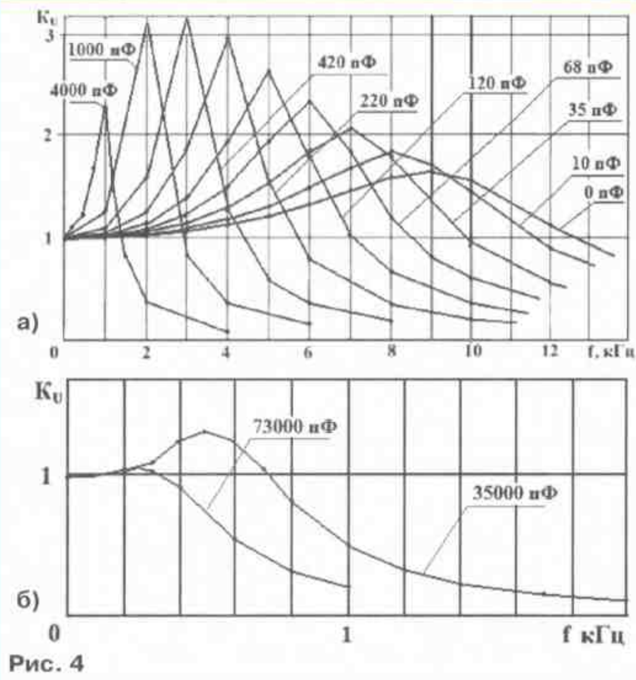


Рис. 4

Тогда

$A = [0{,}0103f^2 - (1{,}024 + 4{,}254/C1)];$ (6)

$B = [f \cdot (0{,}0562 + 1{,}098/C1) - 107{,}6/f \cdot C1],$ (7)

где f — частота в кГц; C1 — ёмкость в пФ.

На **рис. 6** показаны результаты расчётов коэффициента передачи для нижнего ЗС с последовательно включённым конденсатором C1.

Из графиков видно, что малые значения ёмкости (5...15 пФ) незначительно смещают резонансную частоту в область высоких частот, но снижают коэффициент передачи. Увеличение ёмкости C1 практически не влияет на резонансную частоту ЗС и лишь изменяет АЧХ ЗС в области частот ниже 1 кГц. При других значениях $R_{вх\ пов}$ и $R_п$ зависимости принципиально не изменятся, но изменится ёмкость конденсатора C1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Troshnev A.** Smart Altering Guitar Electronics S.A.G.E. — URL: **http://www.sugardas.lt/~igoramps/article57.htm** (19.11.2018).

2. **Смолин К. О.** Звукосниматели. Справочник. — М.: изд. Смолин К. О., 2004.

3. **Медведовский Д. С., Гузевич О. Н.** Электромузыкальные щипковые инструменты. — Л.: Энергия, 1979.

4. **Медведовский Д. С., Гузевич О. Н.** Электрогитары. — Л.: Энергия, 1970.

5. **Борноволоков Э. П., Фролов В. В.** Радиолюбительские схемы. — Киев, Техника, 1985.

6. **Сенюткин П.** Об эквивалентной схеме электромагнитного звукоснимателя для электрогитары. — Радио, 2018, № 6, с. 30, 31.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Безопасное питание нагрузки напряжением любой полярности

В. ОЛЕЙНИК, г. Королёв Московской обл.

Подключение источника питания к электронному прибору в обратной полярности опасно как для самого прибора, так и источника питания. В предлагаемой статье рассмотрены варианты автоматического коммутатора, обеспечивающего правильную полярность напряжения питания при произвольной полярности его источника.

В [1] описан такой коммутатор на микросхеме MAX4636 [2]. Его схема изображена на **рис. 1**. Выходное напряжение $U_{вых}$ имеет правильную полярность независимо от полярности входного напряжения $U_{вх}$.

Микросхема MAX4636 состоит из двух независимых электронных аналоговых переключателей на полевых транзисторах. Каждый переключатель имеет "контакты" NC1 (NC2) — нормально замкнутый, NO1 (NO2) — нормально разомкнутый, COM1 (COM2) — переключающийся, а также вход управления IN1 (IN2). При наличии на входе IN1 (IN2) напряжения низкого логического уровня замкнута цепь NC1-COM1 (NC2-COM2), а при его высоком логическом уровне замкнута цепь NO1-COM1 (NO2-COM2).

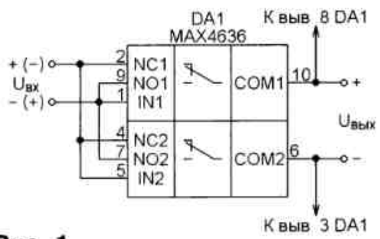


Рис. 1

Если полярность напряжения $U_{вх}$ соответствует той, что указана на схеме без скобок, то на входе IN1, который соединён с минусовым зажимом источника напряжения $U_{вх}$, уровень напряжения низкий, поэтому цепь NC1-COM1 замкнута. Напряжение с плюсового зажима источника поступает на плюсовой выходной зажим. Вход IN2 соединён с плюсовым зажимом источника, поэтому замкнута цепь NO2-COM2, по которой минусовый выходной зажим соединён с минусовым зажимом источника.

Когда источник напряжения $U_{вх}$ подключён в противоположной полярности (указанной на схеме в скобках), логические уровни управляющих сигналов также сменяются противоположными. Поэтому цепи NC1-COM1 и NO2-COM2 становятся разомкнутыми, а NO1-COM1 и NC2-COM2 — замкнутыми. Полярность выходного напряжения при этом остаётся прежней.

Следует заметить, что в первый после подачи входного напряжения момент правильную полярность выходного напряжения и напряжения питания микросхемы обеспечивают встроенные в неё защитные диоды, образующие "паразитный" диодный мост. Однако на этих диодах падает заметная часть входного напряжения. Это продолжается лишь около 20 нс, требующихся для активизации полевых транзисторов микросхемы. После этого диоды оказываются зашунтированными открывшимися транзисторами, падение напряжения на которых значительно меньше.

Описанное устройство имеет существенные недостатки, значительно ограничивающие сферу его применения. Это довольно узкий интервал входного напряжения (1,8...5,5 В) и большое проходное сопротивление (11 Ом — при $U_{вх}$=3 В и 8 Ом — при $U_{вх}$=5 В). Кроме того, ток нагрузки не должен превышать допустимых для микросхемы 30 мА.

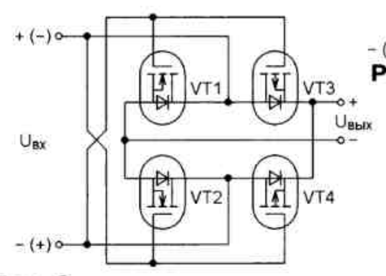


Рис. 2

Эти проблемы можно решить, построив коммутатор на мощных полевых транзисторах с изолированным затвором. Использование таких транзисторов для защиты нагрузки от неправильной полярности источника питания было рассмотрено, например, в [3]. Однако там нагрузка подключена к источнику питания только при его правильной полярности, но отключена от него при неправильной полярности. Если необходимо, чтобы она работала при любой полярности питающего напряжения, можно использовать коммутатор, собранный по схеме, изображённой на **рис. 2**.

Здесь, в первый после подачи напряжения $U_{вх}$ в любой полярности момент, правильную полярность напряжения $U_{вых}$ обеспечивает мост, образованный защитными диодами транзисторов VT1—VT4. Затем, если полярность входного напряжения соответствует указанной без скобок, открываются n-канальный транзистор VT2, напряжение на затворе которого положительно относительно истока, и p-канальный транзистор VT3, напряжение на затворе которого отрицательно относительно истока. Транзисторы VT1 и VT4 остаются закрытыми. При обратной полярности напряжения $U_{вх}$ закрытыми остаются транзисторы VT2 и VT3, а n-канальный транзистор VT1 и p-канальный VT4 открываются. В любом случае полярность напряжения $U_{вых}$ остаётся правильной.

Это устройство можно использовать при напряжении $U_{вх}$, большем порогового напряжения затвор—исток применённых транзисторов, но не превышающем их допустимого напряжения затвор—исток. Сравнивать нужно абсолютные значения напряжения.

Обычно максимальное значение $U_{вх}$ — 15...20 В, но для p-канальных транзисторов IRF7702, IRF7410 и некоторых других [4] может быть и меньше, вплоть до 8 В. Если этого недостаточно, можно, как показано на **рис. 3**, добавить в устройство стабилитроны VD1—VD4. Их напряжение стабилизации должно быть близко к допустимому для применённых транзисторов абсолютному значению напряжения затвор—исток, но не превышать его.

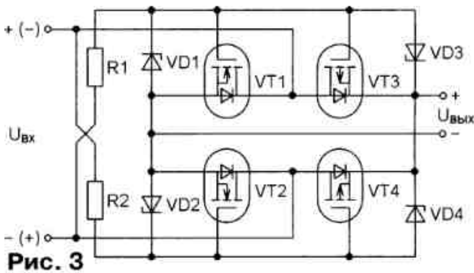


Рис. 3

Резисторы R1 и R2 ограничивают ток, текущий через стабилитроны. Их сопротивление в килоомах можно рассчитать по формуле

$$R1 = R2 = \frac{|U_{вх\,max}| - U_{ст}}{I_{ст}},$$

где $U_{вх\,max}$ — максимальное входное напряжение, В; $U_{ст}$ — напряжение стабилизации стабилитрона, В; $I_{ст}$ — заданный максимальный ток через стабилитрон, мА.

Автором было испытано устройство, собранное по схеме, изображённой на рис. 2. В нём были применены p-канальные транзисторы IRF5305 с сопротивлением открытого канала 60 мОм и n-канальные транзисторы STP80NF03L-04 с сопротивлением открытого канала 4 мОм. При напряжении $U_{вх}$=12 В и токе нагрузки 1 А падение напряжения на коммутаторе не превышало 45...48 мВ. На выпрямительном мосте из диодов Шоттки 1N5821 падение напряжения в тех же условиях достигало 540...550 мВ — более чем в 10 раз больше, чем на транзисторном коммутаторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Guy J**. Circuit provides reverse-battery protection. — EDN, Dec 21, 2000, p. 96. — URL: **https://www.edn.com/design/analog/4361502/Circuit-provides-reverse-battery-protection** (01.12.18).

2. MAX 4636 Fast Low-Voltage Dual 4 Ohm SPDT CMOS Analog Switches. — URL: **https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX4635-MAX4636.pdf** (01.12.18).

3. **Нечаев И.** Полевой транзистор в качестве защитного диода. — Радио, 2016, № 5, с. 50.

4. P-канальные транзисторы. — URL: **http://irf.ru/cgibin/groups.pl?group=p_channel** (29.11.2018).

О соединении многожильных проводов с печатной платой

С. ГЛИБИН, г. Москва

Наверное, каждый радиолюбитель применяет при сборке своих конструкций для различных соединений многожильные гибкие монтажные провода с изолирующим покрытием (винил или заменитель) марки МГШВ или подобные. Типичный случай таких соединений, это когда облуженные концы токопроводящих жил пропущены в предназначенные для них отверстия контактных площадок печатной платы и пропаяны. Если во время эксплуатации или при наладке устройства провода подвержены механическим изгибам в зоне отверстий, то без принятия специальных мер они могут достаточно быстро отломиться. В частности, этому способствует проникание расплавленного припоя внутрь пучка жил при пайке. Пучок в зоне отверстия теряет гибкость и становится ломким. Для защиты от воздействия изгибов в отверстие контактной площадки можно впрессовать штырь, а уже к нему припаять конец провода, который нужно дополнительно укрепить отрезком термоусаживаемой или ПХВ-трубки.

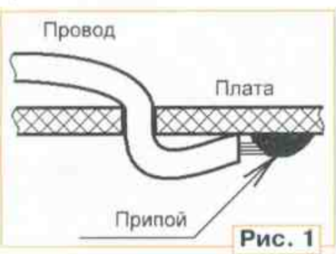


Рис. 1

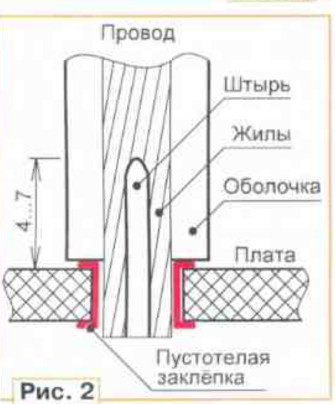


Рис. 2

Однако во многих случаях долговечность соединения можно обеспечить более простым и, по мнению автора, не менее эффективным способом, который поясняет **рис. 1**. Рядом с местом пайки или контактной площадкой (для тонких проводов на расстоянии около 5 мм) сверлят отверстие диаметром, равным или чуть большем внешнего диаметра монтажного провода. Конец провода продевают через отверстие и припаивают к площадке. Очень неплохо смотрится вариант, когда конец провода припаян перпендикулярно плате. В этом случае его сначала припаивают, затем свободный конец продевают через отверстие и вытягивают весь провод до придания ему формы полукольца от места пайки до отверстия.

При эксплуатации устройств, не имеющих корпуса, в частности, некоторых измерительных приставок к мультиметру, к которым идут провода от измерительных щупов или зажимов, проблему можно решить по-другому. Такой вариант крепления до нанесения припоя показан на **рис. 2**.

Для усиления прочности конструкции в отверстии платы расклёпывают пустотелую заклёпку. Затем, отступя на нужную длину от конца провода, снимают виниловую изоляцию, а в центр пучка из жил вставляют заострённый штырь диаметром 0,4...0,5 мм из упругих медных сплавов. Автор использует отрезки выводов от миниатюрных ленточных разъёмов РЛМИ2. Далее пучок со штырём вставляют до упора в отверстие заклёпки, при этом верхняя часть штыря должна выступать над платой на 4...7 мм (рис. 2). С нижней стороны платы выступающие излишки удаляют бокорезами, место соединения слегка смачивают флюсом и быстро наносят припой хорошо прогретым паяльником, чтобы оболочка провода не успела оплавиться. При некоторой сноровке соединение имеет достаточно элегантный вид.

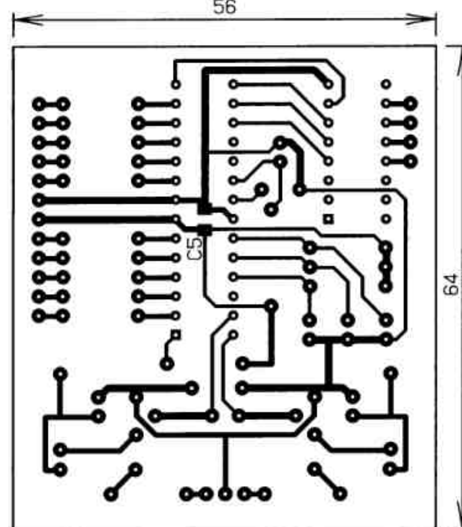


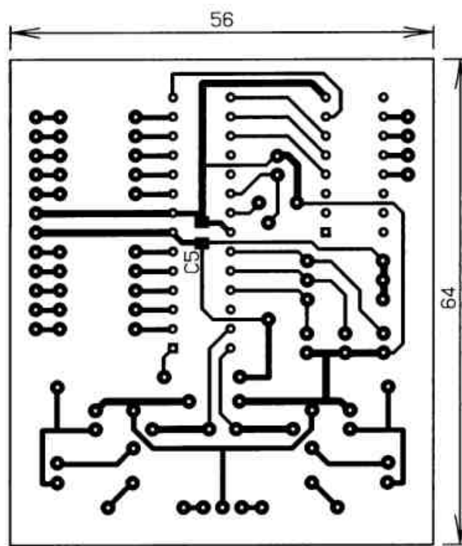
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ОСТРОУХОВ Н. Индикатор выходной мощности УМЗЧ. — Радио, 2018, № 9, с. 11, 12.

Печатная плата микроконтроллерного узла.

Чертёж печатной платы микроконтроллерного узла и расположение элементов приведены на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия, кроме конденсатора C5. Конденсатор C5 — керамический поверхностно монтируемый типоразмера 1206, монтируют со стороны печатных проводников; C1 — К10-17Б, КМ6 или импортный; C2—C4 — К50-35 или импортные. Микросхемы DD1 и DA1 — в корпусах DIP. Для возможности перепрограммирования микроконтроллера DD1 на плате следует установить панель. Подстроечные резисторы — СП3-38Б или подобные. Для иных, монтируемых перпендикулярно плате, имеются дополнительные контактные площадки с отверстиями.





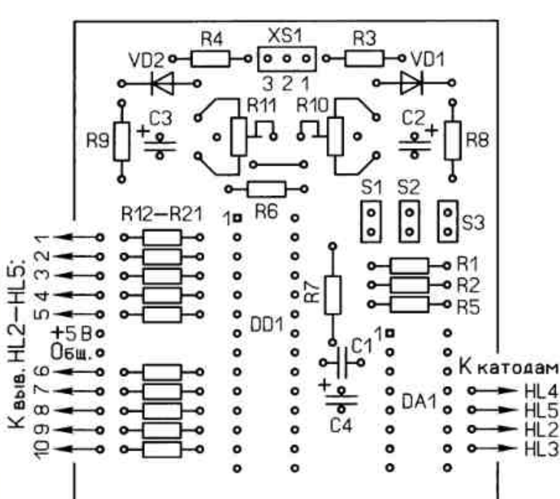


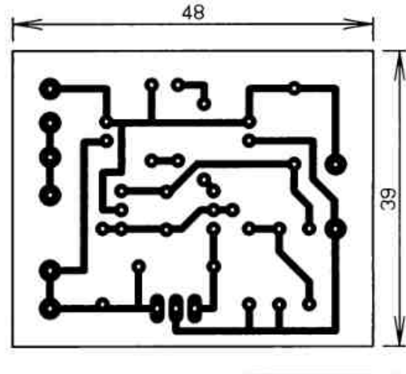
Рис. 1

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/ind.zip** на нашем FTP-сервере.*

УСТИНОВ С. Автономный светодиодный светильник. — Радио, 2018, № 10, с. 30—33.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы светильника и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Конденсаторы C1, C3 — К50-35 или импортные. Плавкая вставка FU1 установлена в два держателя NF-004 (ZH-266, FC-001S).



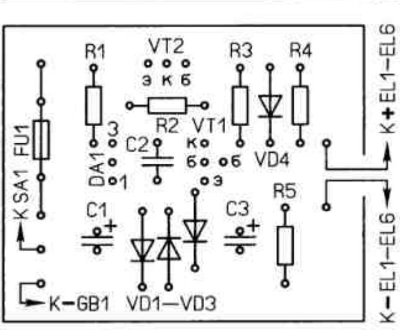


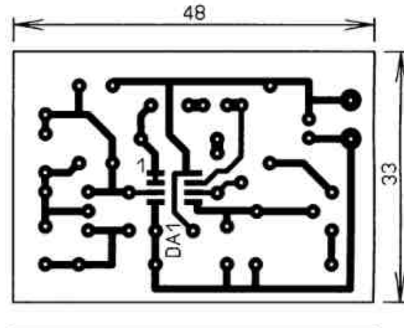
Рис. 2

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/svet.zip** на нашем FTP-сервере.*

ДЬЯКОВ А. Кварцевый генератор синусоидального напряжения. — Радио, 2018, № 11, с. 24, 25.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы генератора и расположение элементов, кроме трансформатора T1, приведены на **рис. 3**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия, кроме ОУ DA1 в корпусном исполнении SOIC-8. Его монтируют со стороны печатных проводников. Конденсаторы C1—C4, C6 — керамические, например, К10-17Б, КМ6 или импортные; C5 — К50-35 или импортный. Кварцевый резонатор ZQ1 — серии ZTB. Для резонаторов в большем корпусе имеются дополнительные контактные площадки с отверстиями. Подстроечный резистор — СП3-38Б или подобные. Для иных, монтируемых перпендикулярно плате, имеется дополнительная площадка с отверстием.



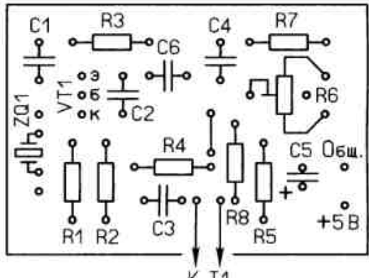


Рис. 3

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/gen.zip** на нашем FTP-сервере.*



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

СВЕЧИХИН С. Подключение цифрового индикатора к микроконтроллеру ATMEL через разъём программирования. — Радио, 2018, № 11, с. 20, 21.

В статье и примечании от редакции программа микроконтроллера именуется как "test.asm". Имя "test.asm" может быть неправильно интерпретировано начинающими программистами, поскольку программа написана на языке С. Следует читать "test.c".

МАРТЫНЮК Ю. Автомат световых эффектов на микроконтроллере. — Радио, 2018, № 11, с. 35, 36.

На рис. 1 в статье резисторы R5—R8 должны быть номиналом 1 кОм.

E-mail: mail@radio.ru

ИТОГИ
Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2018

В прошедшем 2018 году в телетайпных соревнованиях, проводимых совместно редакцией журнала "Радио" и Союзом радиолюбителей России, приняли участие около 500 спортсменов. Мы получили 422 отчёта из 54 стран мира (по списку DXCC).

В многодиапазонном зачёте лучшим стал Юрий Котельников (RT9S, п. Энергетик Оренбургской обл.). Николай Никитюк (EM0I, г. Святогорск Донецкой обл., Украина), в предыдущие два года занимавший в этой группе первое место, на этот раз стал вторым. На третьем месте — Matija Vierda (9A3VM, г. Дубровник, Хорватия).

На диапазоне 28 МГц работала лишь одна радиостанция (YC2VOC, Galih Suryananto, г. Джокьякарта, Индонезия), поэтому итоги в этой группе не подводились, поскольку по регламенту "подведение итогов в группе проводится при условии участия не менее шести радиостанций".

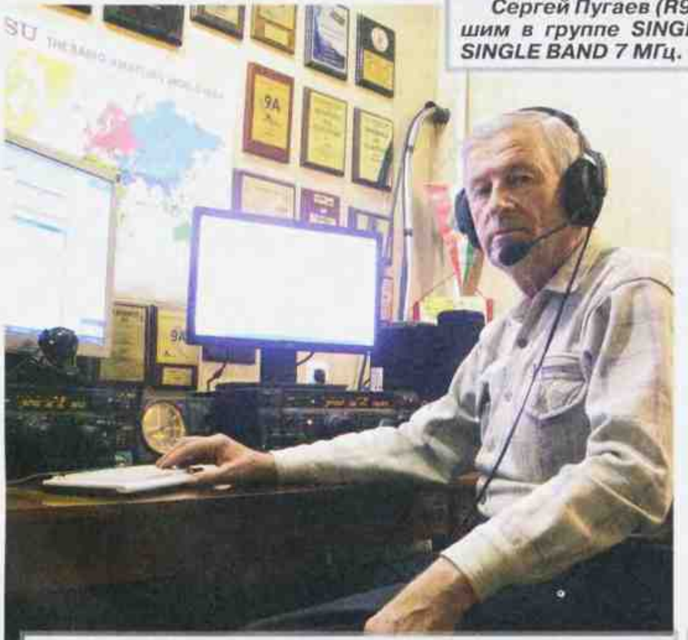


Сергей Пугаев (R9MA) стал лучшим в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц.

Похожая ситуация сложилась и на диапазоне 21 МГц. Здесь приняли участие всего лишь два спортсмена: Виктор Андриюк (UR5QU, г. Запорожье, Украина) и Eduilio Eugenio de Marino (CV7S, г. Минас, Уругвай).

На диапазоне 14 МГц первое место занял Геннадий Глейзер (UN1L, г. Рудный, Казахстан), второе — Геннадий Лынев (UA4FBG, г. Пенза), третье — Урал Кинзягулов (R9WDV, д. Яр-Бишкадак, Башкортостан).

Лучшим на диапазоне 7 МГц был Сергей Пугаев (R9MA, пгт Муромцево Омской обл.). Ruggero Ghisolfi (IK2PZC, г. Новате-Миланезе, Италия) занял второе место, третье — Roberto Tuci (IK5UAN, г. Монсуммано-Терме, Италия).



Юрий Котельников (RT9S) — лучший в многодиапазонном зачёте.



Геннадий Глейзер (UN1L) — победитель в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 14 МГц.



Евгений Пресман (4Z5UN) — победитель в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц.

На диапазоне 3,5 МГц победил Евгений Пресман (4Z5UN, г. Петах-Тиква, Израиль), который в этих соревнованиях в прошлом и позапрошлом годах был лучшим на диапазоне 7 МГц, второе место занял Николай Яковенко (UT5EPP, г. Кривой Рог, Украина), третье — Павел Кириченко (UX1VT, пгт Онуфриевка Кировоградской обл., Украина).

Первое место среди радиостанций с несколькими операторами занял DX-клуб из хорватской столицы Загреба (9A1A). Команда этой радиостанции в прошлогодних телетайпных соревнованиях заняла второе место. В этом году в составе команды принимали участие два опытных спортсмена Emil Balen (9A9A), Nikola Perčin (9A5W) и три молодых — Domagoj Žanić (9A7RA), Emil Unger (9A5AEU) и Luka Pranjić (9A5PL). На втором месте в этой группе — команда RW0AR: Василий Пакулев (RW0AR) и Антон Пакулев (UA0-103-347), на третьем — команда OH0JWL, в которую входили Rainer Hilgardt (DL1ZBO, г. Дармштадт, Германия) и Peter Stapf (DL5FF, г. Дибург, Германия).

В группе наблюдателей приняли участие только два спортсмена. Лучшим был Душан Ганак (OK2-9329, г. Острава, Чехия). Второе место занял Нандор Виола (HA1-0013, г. Дьёр, Венгрия).

Итоги соревнований для лидеров по зачётным группам приведены в **таблице**. В ней указаны занятое место, позывной, число связей, число очков за связи, множитель и окончательный результат.

Технические результаты по всем участникам этих соревнований можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/rtty_2018_tab.pdf** на сайте журнала "Радио".



"Молодёжная" часть команды 9A1A, слева—направо: Domagoj Žanić (9A7RA), Emil Unger (9A5AEU) и Luka Pranjić (9A5PL).

SINGLE OPERATOR MULTI BAND

1	RT9S	538	5160	206	1062960
2	EM0I	724	4535	211	956885
3	9A3VM	647	4080	203	828240
4	I4LCK	588	3980	193	768140
5	K1MK	511	4600	139	639400
6	YO9HP	529	3265	195	636675
7	RA3Y	541	3285	185	607725
8	9A7T	470	2955	188	555540
9	RM3DA	531	3310	167	552770
10	R9MJ	356	3305	139	459395

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 28 МГц

1	YC2VOC	1	5	1	5

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 21 МГц

1	UR5QU	23	145	17	2465
2	CV7S	29	290	4	1160

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 14 МГц

1	UN1L	373	3530	80	282400
2	UA4FBG	332	2035	69	140415
3	R9WDV	216	2090	58	121220
4	OH2PM	224	1560	68	106080
5	YL2KF	230	1480	64	94720
6	UC0A	158	1500	63	94500
7	RN4HFJ	238	1430	66	94380
8	UC6N	217	1315	65	85475
9	HB9ODP	180	1170	67	78390
10	DL5YM	152	1130	56	63280

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц

1	R9MA	145	1390	58	80620
2	IK2PZC	192	1030	60	61800
3	IK5UAN	187	1130	53	59890
4	EU8F	187	1005	59	59295
5	OK1MSP	168	975	55	53625
6	RW4NN	153	845	58	49010
7	R7LY	121	675	54	36450
8	9A1FL	133	730	48	35040
9	TA7I	92	885	39	34515
10	S57X	112	610	48	29280

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц

1	4Z5UN	124	1200	51	61200
2	UT5EPP	139	735	53	38955
3	UX1VT	106	555	49	27195
4	HA8BT	76	405	36	14580
5	US3IW	60	330	41	13530
6	OK2HBR	54	285	30	8550
7	RU6YJ	53	280	26	7280
8	YO9BCM	35	185	20	3700
9	RU5X	28	155	20	3100
10	SP6IHE	21	115	19	2185

MULTI OPERATOR MULTI BAND

1	9A1A	764	4955	237	1174335
2	RW0AR	366	3470	148	513560
3	OH0JWL	419	2455	156	382980
4	RK3DXW	287	1770	101	178770
5	UA6KAC	259	1520	98	148960
6	OK7O	164	1065	80	85200
7	EA3RCB	180	1045	75	78375
8	PI4VAD	155	935	83	77605
9	RK3PWR	112	645	48	30960
10	SP303PAF	99	555	55	30525

SWL

1	OK2-9329	66	345	36	12420
2	HA1-0013	21	120	20	2400

Легендарный Николай Стромилов (UA3BN)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Николай Николаевич Стромилов (1909—1980) начал свою радиолюбительскую деятельность в 1928 г., когда получил позывной 36RW (он проживал в Ленинграде на ул. С. Печатникова, 7—4) [1, 2].

В 1929 г., уже как eu3BN [1, 2], Н. Н. Стромилов был радистом ледокольного парохода "Георгий Седов" (работал позывным Xeu3BN) экспедиции на Землю Франца-Иосифа, которая была осуществлена под руководством О. Ю. Шмидта (1891—1956), В. Ю. Визе (1886—1954), Р. Л. Самойловича (1881—1939, в 1939 г. был расстрелян) и капитана парохода В. И. Воронина (1890—1952). В результате этой экспедиции были открыты одноимённые острова (о. Визе, ныне по IOTA — AS-055; о. Шмидта, ныне — AS-042; о-ва Воронина, Сергея Кирова и о. Исаченко, ныне — AS-050). Вторым радистом парохода был Евгений Гиршевич.



QSL-карточка Н. Н. Стромилова (EU36RW).



QSL-карточка Н. Н. Стромилова (EU3BN).



QSL-карточка Н. Н. Стромилова (U1CR).



Н. Н. Стромилов (U1CR) — слева, 1936 г.

Примечание. На пароходе был и Эрнст Теодорович Кренкель (eu2EQ, позже — RAEM), который остался радистом на только что построенной, самой северной в мире, полярной станции "Бухта Тихая" (бухта у побережья о. Гукера, ныне — EU-019, RR-05-02) [3].

В 1931 г. eu3BN работал радистом геологической экспедиции на Новой Земле (использует позывной Xeu3BN).

В июне 1933 г. Н. Н. Стромилов получил позывной U1CR [1, 2].

В 1934 г. он принимал участие в III Всесоюзном тесте на диапазоне 20 метров, и ему удалось провести радиосвязь с легендарным ледоколом "Красин", о чём он в том же году рассказал в своей статье "Как я держал связь с "Красиным" ("Радиофронт", 1934, № 21, с. 45).

Примечание. В этой статье его позывной ошибочно приведён как U1CK. С 1928 г. радистом ледокола был Иван Экштейн (ранее — 43RA, eu3AG, позывной с 1933 г. неизвестен; в конце 1937 г. был арестован и осуждён за шпионаж в пользу Италии — сказалось близкое знакомство в 1928 г. со спасёнными итальянцами экспедиции У. Нобиле во время их пребывания на борту ледокола; в январе 1938 г. был расстрелян) [1].

В 1936 г. Н. Н. Стромилов (U1CR) проводил эксперименты по радиосвязи планера с землёй [1].

Примечание. В 1933 г. Э. Т. Кренкель получает позывной U3AA и по приглашению О. Ю. Шмидта принимает участие в походе по Северному морскому пути в должности старшего радиста парохода "Челюскин"; вторым радистом был В. В. Иванюк (U1BF), временными — С. И. Иванов (U3FU), который следовал в качестве сменного радиста на полярную станцию о. Врангеля, и Н. Н. Стромилов (U1CR), который доставил на борт парохода передатчик серии "Норд". Позывной как самого "Челюскина", так и впоследствии созданного так называемого "Ледового лагеря Шмидта" был RAEM [3].

В 1934 г., покинув "Челюскин", Николай Стромилов через Людмилу Шрадер (была радисткой на мы-

се Уэлен) получил от оставшихся на борту радистов дружескую и не без юмора телеграмму (по поводу рождения своей дочери): "НЕ ТОКМО ОТЧЕЕЙНЫЙ ВОЗРАДОВАЛСЯ ЗПТ НО ИЖЕ С НИМ БЕСПРОВОЛОЧНАЯ ЧАСТЬ СВЕРХМОЩНОГО ЛЕДОКОЛА ТЧК ВХОДИМ ПРОШЕНИЕМ ЗАВХОЗУ НА ПРЕДМЕТ ОБМЫТИЯ ОНОЙ ДОЧЕРИ ТЧК КРЕНКЕЛЬ ИВАНЮК ИВАНОВ".

5 мая 1937 г. (в 16 ч 23 мин) экипаж самолёта П. Г. Головина (бортовой номер "СССР-Н-171"), впервые среди советских лётчиков, пролетел над Северным полюсом. Н. Н. Стромилов (U1CR) был его радистом.



Э. Т. Кренкель (RAEM) и Н. Н. Стромилов (U1CR) на дрейфующей станции "Северный полюс", 1937 г.

Примечание. В мае 1937 г. на первую в СССР дрейфующую станцию "Северный полюс" ("СП") был доставлен весь груз, и 25 июня на любительских диапазонах появился позывной UPOL [3]. Часть груза доставлена экипажем самолёта В. С. Молокова. Большую помощь в развёртывании радиостанции и проведении первых радиосвязей оказали бортрадисты экипажей самолётов М. В. Водопьянова — челюскинец С. И. Иванов (U3FU, между собой лётчики его называли не иначе, как "Симочка") и В. С. Молокова — Н. Н. Стромилов (U1CR), который за свою фигуру получил прозвище "Дон-Кихот". Как рассказывали ветераны нашего хобби, эти прозвища им дал Э. Т. Кренкель (RAEM), который неоднократно с ними работал в Арктике. В 1938 г. Н. Н. Стромилов и С. И. Иванов были награждены орденами Ленина.

21 мая 1937 г. начала работать радиостанция экспедиции "Северный полюс" ("СП") с позывным сигналом UPOL [3]. Работа велась на аппаратуре "Дрейф", которая была изготовлена в Опытной радиолаборатории при Ленинградском НКВД, и её доставил U1CR (сначала на о. Рудольфа, а затем и на "СП"). Н. Н. Стромилов попеременно выполнял обязанности радиста — как на базовой радиостанции экспедиции на о. Рудольфа (позывной — UX1CR), так и в составе экипажей самолётов: сначала — И. П. Мазурука, а затем — П. Г. Головина.

Примечание. За осуществление высадки экспедиции "СП" И. П. Мазуруку и П. Г. Головину были присвоены звания Герой Советского Союза. П. Г. Головин погиб 27 апреля 1940 г. при исполнении служебных обязанностей.

В октябре 1937 г. Н. Н. Стромилов улетел с о. Рудольфа, и его в радиорубке заменил опытный радист полярного морского флота и авиации Олег Архипович Куксин (U1CP). Вместе с ним вахту в эфире нёс и радист В. Ф. Богданов.

В январе 1938 г. началась подготовка к снятию папанинцев с льдины [1, 3]. 22 января к кромке льда в Гренландском море (в 80 милях от дрейфующей станции) подходит небольшой промысловый корабль "Мурманец". 3 февраля из Мурманска в район дрейфующей зимовки выходит ледокольный транспорт "Таймыр", а 7 февраля — ледокольный пароход "Мурман". К сожалению, не обошлось без катастрофы: в районе станции Белое (59 км от Кандалакши) врезался в сопку и взорвался дирижабль "СССР-В-6", летевший на помощь "Таймыру", который попал в сильнейший шторм в Балтийском море, получил повреждения и потерял связь с льдиной. Погибли 13 из 19 членов экипажа. К "Таймыру" направляются возвращающиеся с учений три подводные лодки Балтийского флота (Д-3, Щ-402 и 1Д-404). 9 февраля из Кронштадта берёт курс на север старейшина ледокольного флота "Ермак". На всех ледоколах имеются лёгкие самолёты. "Под парами" в Мурманске ожидает вылета и воздушная спасательная экспедиция, которую возглавляет И. Т. Спирин (впоследствии Герой Советского Союза). В её составе находились два двухмоторных скоростных самолёта ЦКБ-30 (конструктор С. В. Ильюшин). Бортрадист флагмана — Н. Н. Стромилов.

Примечание. Н. Н. Стромилов за участие в экспедиции "СП" был награждён орденом Красной Звезды.

Не прошло и двух лет после возвращения с о. Рудольфа, как Н. Стромилов снова в Арктике. В 1939 г. началось строительство радиоцентра на мысе Шмидта. В группу строителей входили известные коротковолновики: В. В. Ходов, Ш. И. Якубайтис, Н. Е. Златоверховников, Д. И. Аралов и другие [1].

Примечание. На границе полушарий, возле 180-го меридиана, в течение зимы 1939 г. и лета 1940 г. был построен первоклассный радиоцентр, представляющий собой целый комплекс технических сооружений: передатчики, работающие на длинных и коротких волнах, передатчики для районных связей, лаборатория. А в десяти километрах от передающего — приёмный центр. В этом здании — приёмный пункт, радиобюро, отличная студия, аккумуляторная. Радиоцентр на мысе Шмидта обслуживал весь район о. Врангеля, Колючинскую губу, Банкарем, Уэллен, мыс Шелагский, бухту Провидения и другие пункты, одновременно обеспечивая уверенную связь с Москвой и Хабаровском. Кроме этого, мыс Шмидта был центром радиовещания Восточной Арктики. Ежедневно отсюда для полярников передавались радиобюллетень Политуправления Главсевморпути, информация ТАСС, статьи из центральных газет, лекции, беседы, литературно-музыкальные передачи, концерты и грамзапись.

Закончив строительство, Н. Н. Стромилов вернулся в Ленинград. С первых же дней войны он — в рядах защитников города.

С декабря 1941 г. на Ленинградском заводе им. Козицкого начался серийный выпуск радиостанции "Север" (до 300 единиц в месяц), а с 1942 г. (уже в блокадном городе) начался выпуск её модификации — "Север-бис" (до 2000 единиц в месяц), на котором Н. Н. Стромилов работал представителем заказчика. Он также являлся и членом Ленинградского штаба партизанского движения, которое потребовало большого числа квалифицированных радистов для обеспечения радиосвязи, и он возглавил подготовку радистов для этого штаба, а затем и руководство его радиосвязью [1].

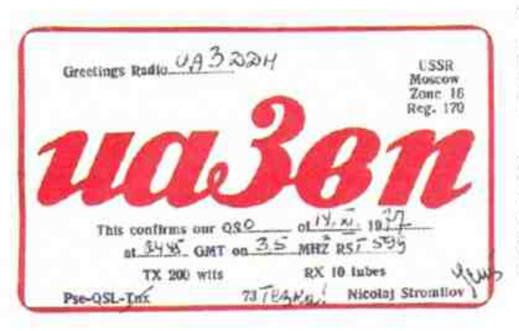
С января по март 1943 г. в качестве инженера по радио одного из полков связи Н. Н. Стромилов участвовал в боях по прорыву блокады города. Его боевая деятельность была отмечена орденом Отечественной войны I степени, медалями "Партизану Отечественной войны" и "За оборону Ленинграда".

В 1944 г. Николай Николаевич вернулся в Арктику, на о. Диксон, в качестве начальника связи трёх морей (Баренцева, Карского и моря Лаптевых). За руководство связью в Западной Арктике и обеспечение чёткого взаимодействия с военно-морскими силами был награждён вторым орденом Отечественной войны.



Н. Н. Стромилов, 1947 г.

В 1946 г., когда возобновилась любительская радиосвязь, на о. Диксон была открыта одна из первых в стране коллективная радиостанция UA0KAA (со второй половины 50-х годов UA0KAR), организатором которой был Н. Н. Стромилов.



QSL-карточка Н. Н. Стромилова (UA3BN).

7 мая 1946 г. одним из первых коротковолновиков он награждается значком "Почётный радист". В 1947 г. в журнале "Радио" (№ 5, с. 30, 31) В. Бурлянд публикует статью "Снайпер эфира", в которой освещает основные моменты радиолюбительской деятельности Н. Н. Стромилова.

В конце 40-х годов Николай Николаевич переезжает в Москву и получает позывной UA3BN [2].

В 1958 г. Н. Н. Стромилов (UA3BN) первым получает диплом ЦРК — Р-6-К (CW). В 1976 г. выходит его книга "Часовые партизанского эфира" в соавторстве с Е. С. Безманом. В 1977 г. из печати выходит его книга "Впервые над полюсом" [4] (её повторное издание было в 1986 г.). Скончался Н. Н. Стромилов 16 ноября 1980 г.

Михаилом Кавериным (RW3FS) в память о легендарном полярном радисте был учреждён радиолюбительский диплом "Стромилов Н. Н." (в составе серии дипломов "Северный морской путь").

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г. (UY5XE), Степанов Б. (RU3AX)**. Листая старые "Call Book" и не только... (1925—1941). — Львов: СПОЛОМ, 2008.

2. European Russia, Europe. UA—UI1, 3, 4, 6, RA—RZ. — URL: **http://hamgallery.com/qsl/country/European_Russia/** (23.11.18).

3. **Члиянц Г. (UY5XE)**. Его позывной — RAEM (краткая хроника). — Львов: СПОЛОМ, 2003.



Радиолюбительский диплом "Стромилов Н. Н.".

4. **Стромилов Н. Н.** Впервые над полюсом (из записок полярника). — Л.: Гидрометеоиздат, 1977.

Россия в истории электросвязи

Валерий ПАХОМОВ (UA3AO), г. Москва

Линии электросвязи действовали в нашей стране задолго до изобретения кода Морзе. Однако отмечено, что значительный прорыв в деле развития электросвязи в России произошёл в самом начале XX века, когда в Санкт-Петербурге АО "Сименс и Гальске" начало производить ленточные телеграфные аппараты Морзе, в комплект которых входили и телеграфные ключи, именуемые в современной среде коллекционеров как "императорские" (**фото 1, 2**).

Как же обстояло дело с развитием телеграфной связи в России? В 1852—1855 гг. телеграф в России стал быстро развиваться как средство экстренных сообщений для правительства. Отмечается большая разница в денежном содержании сотрудников телеграфа. Для главных телеграфных контор были установлены такие годовые оклады денежного содержания: начальник станции — 429 руб. 30 коп.; помощник начальника — 280 руб. 20 коп.; унтер-офицер — 69 руб. 85 коп.; сигналист старший — 50 руб. 17,5 коп.; сигналист младший — 43 руб. 08 коп.; кантонист — 33 руб. 62 коп. (специалист по обслуживанию телеграфных аппаратов, заменяющий сигналиста в его отсутствие); служитель (сторож) — 13 руб. 59 коп.

С 1852 г. по предложению американского репортёра Смита слово "депеша" стало заменяться словом "телеграмма", а слово "сигналист" — "телеграфист". В России эти замены стали вводиться с 1855 г.

Фото 1



Фото 2



Первый руководитель телеграфов Пётр Андреевич Клейнмихель был приверженцем привлечения к работам в России иностранных фирм. В первую очередь была задействована фирма его друга Вернера фон Сименса — талантливого учёного, инженера, крупного организатора электротехнической промышленности. Фирма Сименса выпускала продукцию обширной номенклатуры, и в их числе были телеграфные аппараты высшего качества.

Фирма "Сименс и Гальске" существенно доработала конструкцию аппарата Морзе, стала выпускать его в больших количествах и экспортировать практически во все страны, в том числе и в Россию. Вернер фон Сименс получил в нашей стране монопольное право не только поставлять телеграфные аппараты, но и строить телеграфные линии связи и обслуживать их. Разрешение на подвеску проводов на столбах Сименс получил в 1853 г. довольно легко, взяв на себя ответственность.

Видными участниками развития телеграфа в нашей стране были инженеры Главного Управления Путей Сообщения подполковник Карл Карлович Людерс и капитан Эдуард Августович Гетшель.

Сроки введения в действие первых телеграфных линий магистральной связи представлены в официальной справке инженер-полковника Н. Е. Славинского и тайного советника Базилевича (см. **таблицу**).

7 января 1855 г. было опубликовано следующее Повеление: "Никакая телеграфная линия не может принадлежать частной компании или быть в частном

Направление телеграфной линии	Вёрст	Дата начала действия
От ст. С.-Петербург до Москвы	614	1 октября 1852 г.
От ст. С.-Петербург до Гатчины	55	31 октября 1853 г.
От ст. С.-Петербург до Кронштадта	44	1854 г.
От Гатчины до Варшавы	1041	1854 г.
От Мариуполя до Эйдкунен	41	14 октября 1854 г.
От Москвы через Довск до Киева	850	14 декабря 1854 г.
От С.-Петербурга до Гельсингфорса	449	1855 г.
От Киева до Кременчуга	278,5	5 мая 1855 г.
От Кременчуга до Николаева	288,5	11 мая 1855 г.
От Николаева до Одессы	155	27 мая 1855 г.
От Гатчины до Ревеля	340	11 июня 1855 г.
От Риги до Динбурга	220	14 июля 1855 г.
От Варшавы через Миславец до прусской границы	294	6 сентября 1855 г.
От Варшавы через Шахов до прусской границы	301	1855 г.
От Николаева через Херсон до Симферополя	340	19 сентября 1855 г.
От Гельсингфорса до Або	300	29 мая 1856 г.

управлении, но должна непременно состоять в непосредственном ведении и управлении Правительства".

Этим документом телеграф объявлялся государственной регалией, и такое положение сохранялось основополагающим до недавнего времени. Интересно отметить, что в самом первом правовом документе относительно телеграфа имеется указание на скрытность содержания депеш, и "всё, что касается телеграфа, содержать в совершенной тайне и никогда, и ни в коем случае не объявлять, равно не открывать кем и кому депеша подана, а также не оставлять депеш так, чтобы кто из посторонних мог их видеть". С этого времени такое требование предъявляется всем служащим телеграфа.

Изначально телеграф относился к Военному ведомству и комплектовался военными кадрами. В 1861 г. офицеры телеграфной службы стали офицерами Телеграфного корпуса. Недостаток обученных специалистов, причём не только офицеров, но и сигналистов, стал причиной допуска к телеграфной службе в 1859 г. гражданских лиц всех свободных сословий. Переход Телеграфного ведомства в гражданское состояние завершился к 1867 г. упразднением Корпуса телеграфных офицеров, переведённых на гражданские должности.

Военных сигналистов для службы на станциях электромагнитного телеграфа обучали в Сигнальной школе, преобразованной из школы оптического телеграфа, но её выпускники отличались невысокой грамотностью, поэтому в 1868 г. её упразднили, а сигналистов распределили по телеграфным отделениям для практического обучения на станциях.

В 1870 г. в Санкт-Петербурге, Москве, Варшаве, Риге, Казани, Иркутске и других городах Российской Империи учредили телеграфные школы, для которых в 1872 г. разработали подробную программу преподавания телеграфной техники и практической телеграфии. Таким образом, была унифицирована подготовка нижних чинов в государственном масштабе.

В начале XX века профессии телеграфиста обучали в специальных классах при женских и мужских гимназиях. Высшим учебным заведением Почтово-телеграфного ведомства стало Техническое училище, основанное в 1886 г. и преобразованное в 1891 г. в Электротехнический институт с четырёхгодичным курсом обучения. Студенты Электротехнического института императора Александра III оканчивали его техниками. Для получения звания инженера требовалось представить проект по одной из трёх специальностей: телеграфии, телефонии или электротехнике.

Для удовлетворения потребностей телеграфа в кадрах чиновников-мужчин не хватало, поэтому в 1865 г. правительство разрешило принимать на телеграфную службу женщин, которые получали официальное наименование "женщина почтово-телеграфный чиновник". При приёме на телеграфную службу к дамам предъявлялись строгие отборочные требования. Был установлен возрастной ценз — от 18 до 25 лет. Женщины должны были предъявить документ об образовании — свидетельство об окончании гимназии или института, а также почтово-телеграфных курсов.

В программу курсов были включены не только три иностранных языка — французский, английский и немецкий, но и ряд технических наук. Каждая женщина-телеграфист умела разбирать и собирать аппараты Морзе (**фото 3**) и Юза (**фото 4**).

В 1866 г. профессор Д. Юз лично установил первые буквопечатающие аппараты в Санкт-Петербурге и Москве. Принцип работы этих аппаратов предусматривал сохранение на каждой станции контрольной ленты, благодаря чему работа телеграфистов находилась под контролем. Для предотвращения утечки передаваемой по телеграфу информации в аппаратные воспрещалось входить не только посторонним лицам, но даже чиновникам из другой смены.

Фото 3



Фото 4



Техническое обслуживание линии связи взяла на себя фирма Сименса как "Контрагент по постройке и ремонту Императорских русских телеграфов". В начале Первой мировой войны деятельность АО "Сименс и Гальске" была прекращена.

Производством телеграфной аппаратуры в Санкт-Петербурге также занималось предприятие "Гейслер и Ко", которое после революции в 1918 г. было национализировано и через некоторое время переименовано в Ленинградский завод имени Кулакова. Несколько изменились телеграфные ключи, входившие в комплект телеграфных аппаратов Морзе. Теперь они имели на передней части деревянного основания шильдик с полным названием завода. Такие ключи, как и "императорские", представляют коллекционную редкость.

Робот "Ардуняша" — художница

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Внешний вид робота-художника представлен на **рис. 1**. Он имеет голосовое управление. Называя объект, вы инициируете процесс его рисования. Робот при этом даёт небольшой комментарий своим действиям. Если названный объект отсутствует в его базе, он мотивированно отказывает в рисовании, произнося вслух вариант короткой оправдательной реплики.



Рис. 1

Собственно робот состоит из манипулятора, описание которого приведено в [1, 2] и смартфона с установленным разработанным самостоятельно приложением для управления им. Схема робота представлена на **рис. 2**. Кроме платы A2 (Arduino Uno) и сервоприводов A3—A5, в схеме присутствует bluetooth-модуль A1, с помощью которого осуществляется связь с приложением на смартфоне. Питается конструкция от сетевого стабилизированного БП с выходным напряжением 5 В и током до 1 А. Для смартфона изготовлена подставка, склеенная "секундным клеем" из трёх отрезков пластмассы толщиной около 2 мм (**рис. 3**). Размеры подбирают сообразно имеющемуся аппарату.

A1 HC-05: Vcc, Rx, Tx, Gnd
A2 Arduino Uno: Vcc, 1, 0, 6, 5, 7, GND
A3 SG90: VCC, PWM, GND, M
A4 SG90: VCC, PWM, GND, M
A5 SG90: VCC, PWM, GND, M
+ 5 В стаб –

Рис. 2

Рис. 3

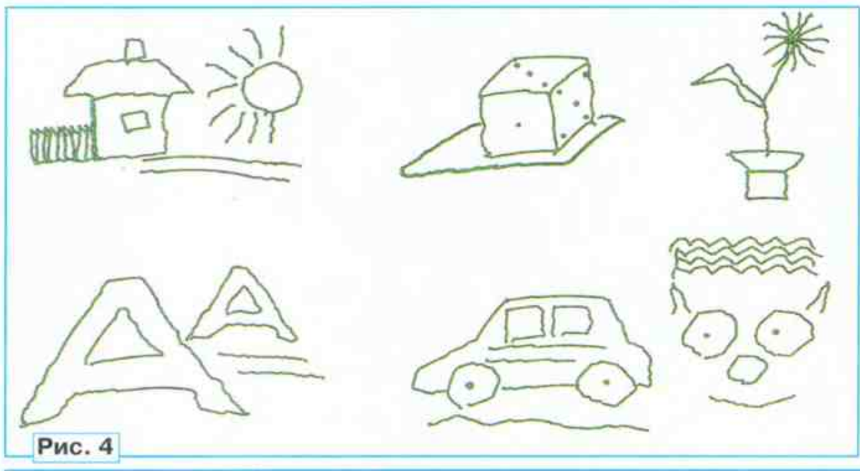


Рис. 4

Программная часть устройства состоит из скетча для управления Arduino Uno и программы-приложения для смартфона, написанной в среде визуальной разработки android-приложений MIT App Inventor 2, которую можно скачать на сайте **http://appinventor.mit.edu/explore/**.

Скетч состоит из двух видов функций. ARDUNACHA.ino — функция для приёма и обработки поступающих данных, рисования окружности, квадрата, треугольника, отрезка, установки фломастера на точку с заданными координатами (можно в декартовой и полярной системах координат), опускания и подъёма фломастера. Вторая

Рис. 5

группа функций — это "нарисованные картинки" (**рис. 4**) с помощью функций первой группы. Именно в этой части скетча можно творчески активизироваться, добавляя собственные изображения.

В основной части скетча **void loop() { CheckSerial(); }** идёт постоянный вызов функции, которая отслеживает поступление от смартфона трёхзначной последовательности символов, по приходу которой будет нарисована та или иная картинка. Проверяет и реализует соответствие кода и картинки функция **MakeCmd()**. Так, если придёт строка **"DOM"**, через 3 с робот начнёт рисовать домик с забором — будет реализована функция **RisunokDomik ();**.

Проверять работоспособность собственных вариантов скетчей с новыми рисунками удобнее, отключив bluetooth-модуль от платы Arduino Uno, посылая соответствующий картинке код символов через монитор порта. Конечно, не следует забывать добавление аналогичной строки с придуманным под картинку кодом в функцию **MakeCmd()**.

Приложение на смартфон разработано с помощью App Inventor — "облачного" инструмента, который позволяет создавать приложения непосредственно в веб-браузере. Веб-сайт предлагает всю необходимую поддержку, чтобы научиться создавать свои собственные приложения. Для перехода к самому инструменту нужно завести свой аккаунт в Google. Готовые приложения можно сохранять в компьютере в виде файлов с расширениями **apk** и **aia**. Первые — это готовые для загрузки на смартфон приложения, вторые — файлы, которые сохраняют проект приложения и повторно его открывают для редактирования в App Inventor. Первичные полезные навыки по использованию инструмента можно получить на отечественном ресурсе **http://appinvent.ru**.

Окно приложения имеет три элемента управления: кнопку управления bluetooth-модулем и вызовом распознавателя речи, строку, в которой отображается услышанная фраза, а также подвижную спрайт-картинку лица робота.

Рассмотрим структуру программы для приложения Android (**рис. 5**). Элемент 1 — это MAC-адрес имеющегося в распоряжении bluetooth-модуля. Чтобы его узнать для конкретного экземпляра, можно воспользоваться дополнительным приложением, перейдя по ссылке **https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai_morich.serial_bluetooth_terminal**.

Его значение — шесть пар символов, разделённых двоеточиями. Имеющееся значение надо заменить в коде. Элемент 2 — это функция, отсылающая на Arduino Uno код запрашиваемой на рисование картинки. Элемент 3 — функция подключения bluetooth-модуля. Если связь установлена, то цвет кнопки становится белым. Блоки 4 отвечают за анимацию лица робота, плавно перемещая его случайным образом по экрану смартфона. Блок 5 — основной, он задаёт сценарий поведения робота, какие фразы, на какие ключевые слова он будет "произносить". В блоке реализован простой алгоритм поведения "Ардуняши". Если произнесена фраза любая, кроме вариантов ключевых, робот случайно выбирает (элемент 6) и даёт один из четырёх ответов нижних фраз (выделены "свекольно-малиновым" цветом). При совпадении с произнесённым ключевым словом, например "машина", робот в ответ произносит "машина рисуется легко, смотри" и через 3 с начинает рисование. При этом в Arduino Uno отправляется код MAS, инициирующий выполнение функции **Risunok Maschina ();**. После окончания рисования, перед следующим заданием роботу, следует передвинуть отрезок листа бумаги, чтобы новое изображение не наложилось на предыдущее. Чтобы Arduino Uno правильно "понимала" код, в свойствах компонента BT (Клиент Bluetooth), в строке "Кодировка Символов" следует указать ASCII.

Редактируя содержание этого блока, можно расширять возможности робота, меняя и добавляя фразы или меняя структуру блока. Для корректной работы самодельного приложения на смартфоне должны быть установлены приложения для распознавания речи и перевода текста в речь.

Проект можно развивать, добавляя в исходный скетч сценарии новых рисунков, изменяя приложение, улучшая его программу.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Манипулятор для рисования на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 9, с. 60, 61.

2. **Мамичев Д.** Манипулятор "пишущая машинка" на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 10, с. 59, 60.

***От редакции**. Скетчи для Arduino Uno и демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/hud.zip** на нашем FTP-сервере.*

Доработка системы автоматического полива комнатных растений

М. ФЕОКТИСТОВ, г. Москва

В статье рассказано о производимой серийно малогабаритной системе полива и её доработке, которая повышает надёжность работы.

Для многих людей, в случае их периодического длительного отсутствия, автоматический полив комнатных растений может стать оптимальным решением обеспечения цветов необходимой влагой для предотвращения их гибели. В продаже можно найти много недорогих устройств такого назначения разных производителей, но принцип действия у них у всех одинаковый. Их основой является программируемый таймер включения и отключения водяного насоса. Автором настоящей статьи была приобретена такая система полива под названием "Automatic Waterer Drip Irrigation" (**рис. 1**). Какого-либо другого наименования ни на корпусе, ни на упаковке не было. Пользователю с помощью органов управления достаточно один раз задать основные параметры полива: периодичность — от одного раза в час до одного раза в течение семи дней; длительность включения полива — от 10 с до 1 мин 50 с. После этого устройство будет автоматически осуществлять полив по заданной программе.

Это устройство неплохо зарекомендовало себя в процессе эксплуатации, но были выявлены и два существенных недостатка. Во-первых, у него предусмотрено питание только от одного источника из двух: или от батареи из четырёх гальванических

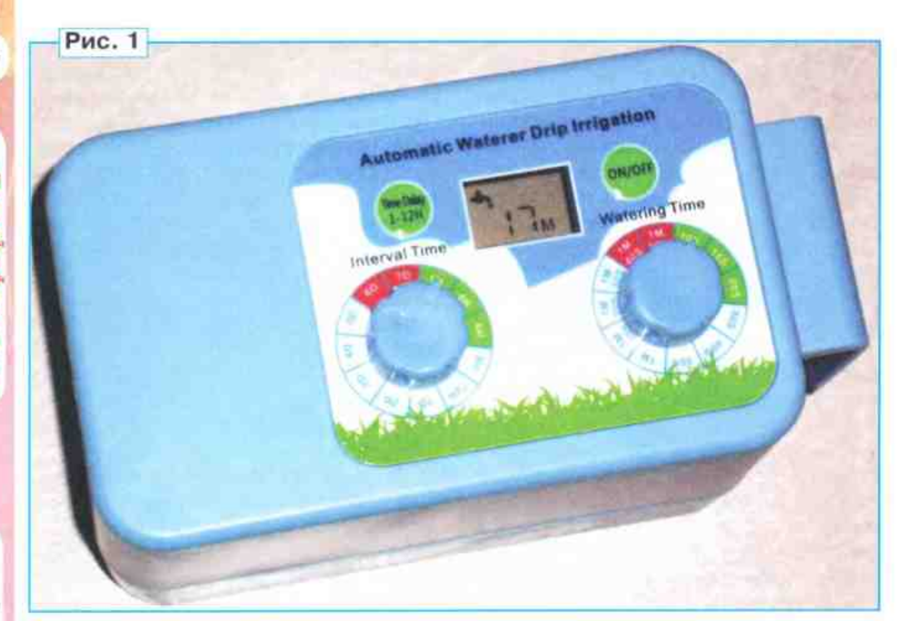


Рис. 1



Рис. 2

элементов (или аккумуляторов) типоразмера АА (**рис. 2**), или от внешнего сетевого блока питания с выходным напряжением 5 В и USB-гнездом. Для этого в комплект устройства входит USB-кабель. Поэтому при питании от сети батарея не задействована. Если в городских условиях напряжение в сети пропадает не часто и не надолго, то в отдалённых населённых пунктах оно может отсутствовать до нескольких суток. Естественно, что полива при этом производиться не будет, а при восстановлении электроснабжения отсчёт времени начнётся сначала. При неудачном стечении обстоятельств растения могут оставаться без воды до двух недель и даже более. Второй недостаток устройства — редкое (примерно раз в несколько недель) внезапное прекращение процесса полива в текущем цикле.

Поэтому было решено доработать это устройство. Для устранения первого недостатка была изменена схема питания. Все изменения показаны на **рис. 3** и выделены цветом. Обозначения вновь вводимых элементов начинаются с префикса 1. В батарее было принято решение применить Ni-Mh аккумуляторы. Диод VD1 должен быть с малым падением напряжения при прямом включении (например, любой выпрямительный диод Шоттки), он не даёт разряжаться аккумуляторной батарее при питании от внешнего источника питания. Дополнительно были соединены размыкаемые контакты разъёма питания XS1. Благодаря этому подключение кабеля не разрывает минусовую цепь аккумуляторной батареи.

Проблема внезапного прекращения полива заключалась в наличии импульсных помех по питанию при работе электродвигателя водяного насоса. Эти помехи приводили к сбою выполнения программы микроконтроллера, который по прошествии нескольких секунд перезапускался встроенным сторожевым таймером. Пульсации напряжения питания показаны на осциллограмме, приведённой на **рис. 4**. Амплитуда пульсаций — 170 мВ с кратковременными выбросами амплитудой до 300 мВ. Следует отметить, что производитель предусмотрел на плате устройства фильтрующий конденсатор (С6), но его малая ёмкость (0,22 мкФ) не обеспечивала эффективное подавление помех. Подключение к выводам электродвигателя насоса керамического

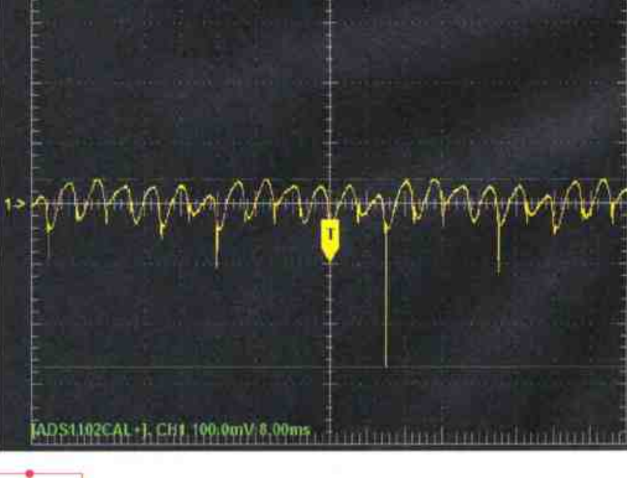


Рис. 4



Рис. 3

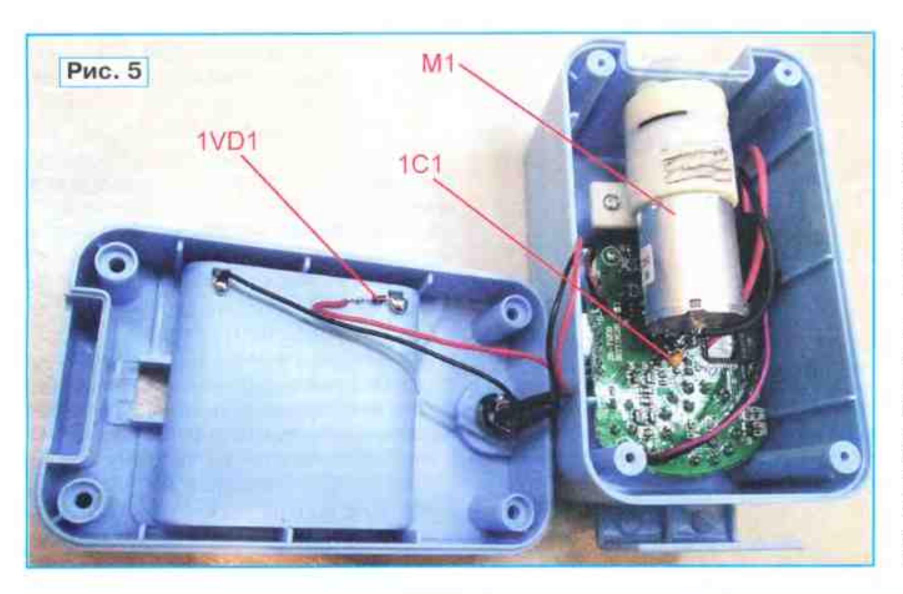


Рис. 5

конденсатора 1С1 ёмкостью 1 мкФ позволило снизить пульсации в несколько раз, и этого оказалось достаточно для устранения недостатка. Для защиты платы таймера от ЭДС самоиндукции при работе электродвигателя был установлен защитный диод 1VD2. Вид устройства с проведёнными доработками показан на **рис. 5**.

В результате указанных доработок стабильность устройства увеличилась, зависания выполнения программы прекратились. Бесперебойность функционирования обеспечивается работой от аккумуляторов при перебоях в городской электросети. Растения чётко по расписанию получают достаточное количество воды и не перестают радовать хозяев своим видом.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Переключение "ТВ/Видео" в телевизоре GoldStar CF-20A80Y без ПДУ

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

Занимаясь ремонтом телевизоров, я столкнулся с проблемой переключения телевизора GoldStar CF-20A80Y в режим "Видео". Оказалось, сделать это возможно только с помощью давно утерянного пульта дистанционного управления. Поскольку телевизор уже много

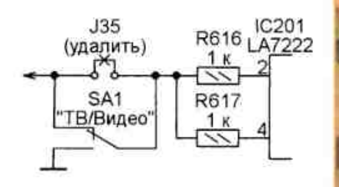


Рис. 1

лет снят с производства, приобрести к нему новый пульт не удалось.

Скачав в Интернете принципиальную схему телевизора и изучив её, я придумал, как обойтись без ПДУ. Выяснилось, что режимы приёма телевизионных сигналов из эфира и воспроизведения видеосигналов от спутникового ресивера или DVD-плейера в телевизоре переключает микросхема LA7222. Для этого на её управляющие входы 2 и 4 подают напряжение высокого (приём телевидения) или низкого (воспроизведение видеосигналов) логического уровня.

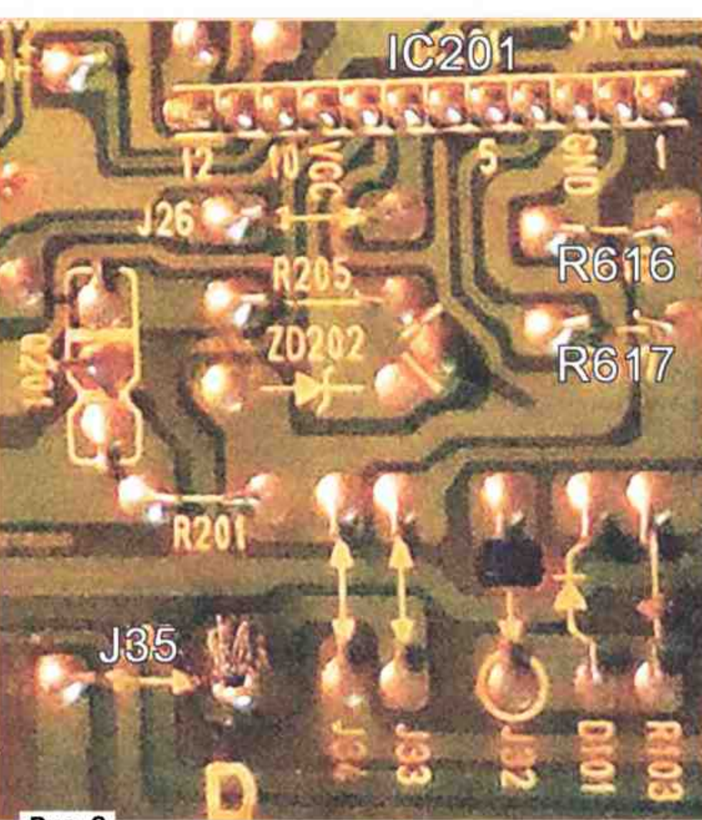


Рис. 2

Схема подключения переключателя режимов SA1 изображена на **рис. 1**. На ней R616, R617, IC201 — элементы телевизора, расположение которых на его печатной плате показано на **рис. 2**. Имеющуюся там же перемычку J35 следует удалить. Провода, идущие к вновь устанавливаемому переключателю SA1, должны быть минимальной длины. В противном случае их нужно экранировать, а оплётки соединить с общим проводом телевизора. Переключатель я поместил на задней стенке телевизора рядом с видеоразъёмами.

Микросхема ZXCT1009F и конструкции на её основе

Часть 3. ЗУ и устройство питания микродрели

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Универсальное ЗУ для аккумуляторных батарей — приставка к БП

В настоящее время эксплуатируются много различных типов аккумуляторных батарей, и делать для каждой из них специализированное зарядное устройство (ЗУ) не всегда целесообразно. Поэтому простое универсальное ЗУ в виде приставки к лабораторному БП может быть полезным для радиолюбителя. Следует отметить, что в распоряжении радиолюбителей много регулируемых лабораторных БП, как покупных, так и самодельных, со встроенными измерителями выходного тока (амперметром) и выходного напряжения (вольтметром). Именно для работы с таким БП и рассчитано предлагаемое вниманию радиолюбителей ЗУ.

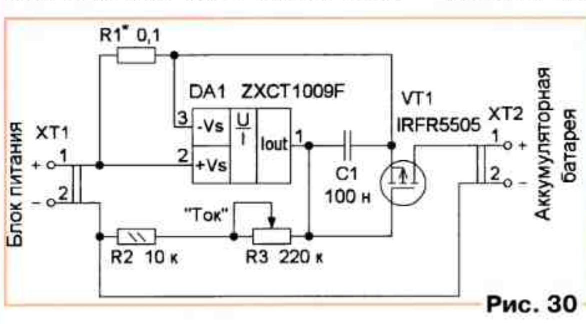


Рис. 30

Схема устройства показана на **рис. 30**. Его особенность — очень малое падение напряжения, при котором оно сохраняет работоспособность. Обусловлено это применением мощного полевого транзистора VT1 с малым сопротивлением канала в открытом состоянии и микросхемы ZXCT1009F, которая позволяет использовать резистивный датчик тока с малым сопротивлением.

Работа с этим ЗУ крайне проста. На выходе БП устанавливают напряжение, до которого следует зарядить аккумуляторную батарею. Подключают ЗУ и устанавливают регулятор в положение минимального тока и затем подсоединяют заряжаемую аккумуляторную батарею. Напряжение на ней будет меньше выходного напряжения БП, и регулятором тока ЗУ устанавливают требуемый зарядный ток.

Начнётся зарядка аккумуляторной батареи, но ток зарядки будет ограничен до тех пор, пока её напряжение не станет приближаться к входному напряжению ЗУ. Затем ток зарядки станет уменьшаться. Благодаря малым сопротивлениям датчика тока и канала полевого транзистора падение напряжения на них будет также мало и напряжение батареи станет приближаться к выходному напряжению БП.

Само ЗУ тока практически не потребляет (всего несколько микроампер), поэтому по значению выходного тока БП можно судить о степени зарядки батареи. Её перезарядки не произойдёт, поскольку напряжение зарядки ограничено БП, а падение напряжения на самом ЗУ очень мало. Такое свойство ЗУ позволяет оптимально заряжать аккумуляторные батареи с разным техническим состоянием.

Эта приставка работает не как стабилизатор тока, а как его ограничитель. Напряжение затвор—исток транзистора VT1, которое определяет его ток стока, зависит от входного напряжения минус напряжение на резисторах R2 и R3. В свою очередь, напряжение на этих резисторах зависит от их суммарного сопротивления и выходного тока микросхемы DA1, которое определяется в основном напряжением на датчике R1, т. е. в конечном итоге от тока зарядки. Поэтому при росте тока зарядки напряжение на резисторах станет расти, а напряжение затвор—исток транзистора уменьшаться, что приведёт к его закрыванию. В результате выходной ток будет ограничен.

Следует учесть, что минимальное напряжение питания микросхемы ZXCT1009F — 2,5 В, а напряжение открывания применённого полевого транзистора — 2...4 В (при токе стока 250 мкА). Поэтому минимальное номинальное напряжение заряжаемой батареи должно быть не менее 4,5 В, а максимальное — не более 20 В. С указанными номиналами элементов с помощью этого ЗУ можно заряжать аккумуляторные батареи ёмкостью до нескольких ампер-часов, например, Li-Ion батареи без встроенного драйвера зарядки.

Некоторые элементы устройства размещены на односторонней печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 31**. На ней установлены элементы для поверхностного монтажа. Конденсатор — типоразмера 1206, резистор — типоразмеров 2010, 2512. В этом варианте конструкции в качестве теплоотвода полевого транзистора использована медная фольга платы, поэтому максимальная рассеиваемая на нём мощность не должна превышать 1,5...2 Вт. Это означает, что ток зарядки не должен превышать нескольких сотен миллиампер. Если применить более эффективный теплоотвод, ток зарядки можно увеличить, но тогда сопротивление датчика тока R1 следует уменьшить.

Плату размещают в пластмассовом корпусе подходящего размера, соединительные разъёмы XT1 и XT2 могут быть любого типа. Переменный резистор R3 (любой малогабаритный) установлен на стенке корпуса, в котором размещена печатная плата, и снабжён ручкой. Шкалы у переменного резистора нет, поскольку ток контролируется амперметром БП. Постоянный резистор R2 установлен на выводе переменного резистора.

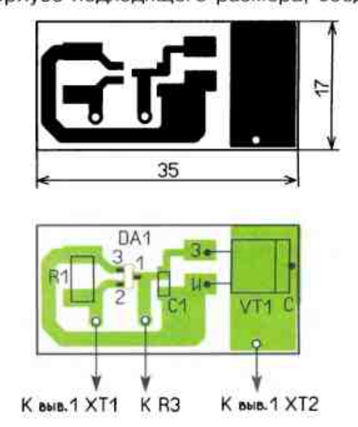


Рис. 31

При изготовлении устройства для совместной работы с лабораторным БП YIHUA PS-1502D+ (выходное напряжение — 0...15 В, ток — до 2 А, защита по току (регулируемая) — 0,6...2 А) для корпуса ЗУ был использован разборный корпус от разъёма DB-25M (DS1033-25M), а в качестве разъёма XT1 — штыри ШП-4, которые крепят на этом корпусе с помощью пластмассовой пластины (**рис. 32**). Это позволяет подключать ЗУ непосредственно в гнёзда БП (**рис. 33**). Разъём XT2 может быть любой, например зажимы "крокодил".

Окончание. Начало см. в "Радио", 2018, № 11, 12

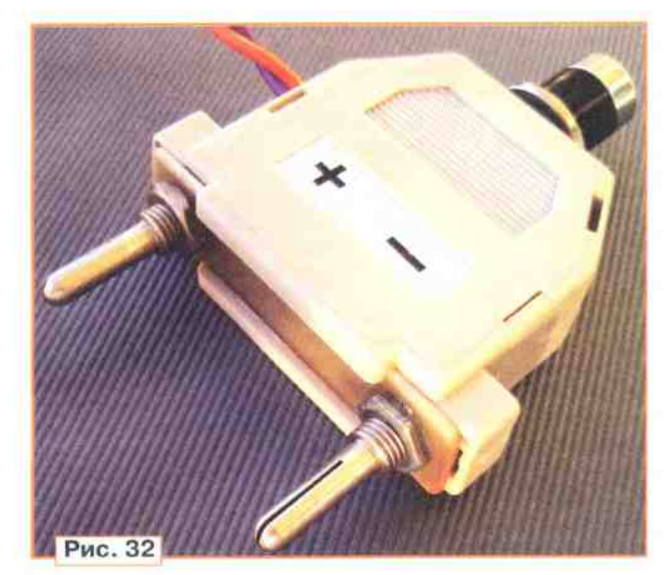


Рис. 32



Рис. 33

Следует отметить, что, судя по отзывам в Интернете, у некоторых экземпляров упомянутых БП присутствует большая погрешность при измерении тока и напряжения. Поскольку при зарядке аккумуляторных батарей требуется относительно высокая точность, следует проверить показания в первую очередь вольтметра и при необходимости их подкорректировать. Как это сделать, опять же можно найти в Интернете.

Устройство питания микродрели

Для сверления отверстий в платах часто применяют самодельные или покупные ручные микродрели на основе электродвигателей постоянного тока. Для повышения удобства пользования такими микродрелями радиолюбители предлагают различные устройства их питания [1, 2]. Принцип их работы заключается в следующем. После включения питающее напряжение на электродвигатель поступает непрерывно. Но в исходном состоянии напряжение небольшое, которое обеспечивает малую скорость вращения его вала. При этом удобно "прицелиться" и установить сверло на место будущего отверстия. При увеличении нагрузки на электродвигатель (при сверлении) потребляемый ток возрастает, при этом увеличится и питающее напряжение, обеспечивая нормальный режим сверления. По окончании сверления нагрузка уменьшается и электродвигатель возвращается в исходное состояние. Такой алгоритм позволяет не включать/выключать двигатель при сверлении каждого отверстия, что и повышает удобство.

Применив микросхему ZXCT1009F, можно упростить схему из [2] и уменьшить при этом падение напряжения на датчике тока. Схема доработанного устройства показана на **рис. 34**. Оно универсальное, поскольку позволяет питать его как постоянным (10...12 В), так и переменным напряжением (8...12 В), применив для этого различные БП с выходным током до 1 А.

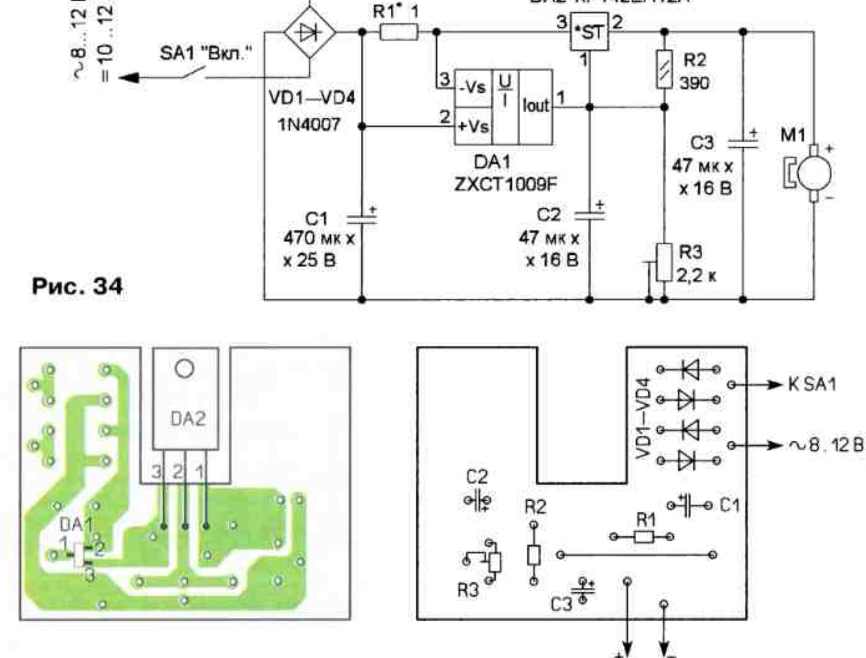


Рис. 34

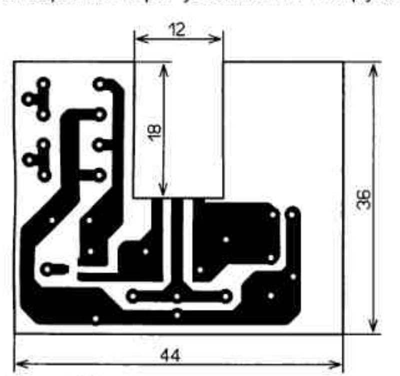


Рис. 35

Диодный мост VD1—VD4 выпрямляет переменное напряжение или пропускает в нужной полярности постоянное, а конденсатор C1 сглаживает его пульсации. Напряжение на электромотор поступает с выхода интегрального стабилизатора напряжения на микросхеме DA2. Как известно, его выходное напряжение зависит от напряжения на его входе управления (вывод 1), которое зависит от резистивного делителя R2R3 и выходного тока микросхемы DA1. Конденсатор C2 обеспечивает плавное нарастание и уменьшение напряжения питания электродвигателя, а конденсатор C3 подавляет создаваемые им помехи.



Рис. 36

Без нагрузки на вал ток через электродвигатель M1 относительно невелик, и "привязанный" к нему выходной ток микросхемы DA1 также минимален. Поэтому на электродвигатель поступает минимальное напряжение. С началом сверления нагрузка на вал двигателя и потребляемый им ток возрастают. Напряжение на резисторе R3 станет увеличиваться, поэтому возрастёт и напряжение, поступающее на электродвигатель. Получается так: чем больше нагрузка, тем больше напряжение, и наоборот. Благодаря применению микросхемы ZXCT1009F обеспечивается более линейное увеличение/уменьшение напряжения питания электродвигателя при изменении потребляемого тока. По окончании сверления ток, потребляемый двигателем, снизится, поэтому уменьшится и питающее его напряжение, и он вернётся в исходный режим.

Скорость вращения вала электродвигателя без нагрузки устанавливают подстроечным резистором R3, а подборкой резистора R1 — его максимальное напряжение питания при сверлении. Но следует учесть, что эти регулировки взаимосвязаны.

Это устройство было применено для питания микродрели с электродвигателем ДПР-52-Н1-02. У него номинальное напряжение питания — 27 В, но для сверления плат хватает напряжения в несколько раз меньше. Без нагрузки он потребляет ток около 45 мА, который слабо зависит от напряжения питания. При остановке ток увеличивается до 350 мА при напряжении питания 5 В и до 600 мА — при напряжении 8 В. Сопротивление датчика тока (R1) указано именно для этого электродвигателя. Для других типов электродвигателей этот резистор следует подобрать экспериментально. В случае применения блока питания с постоянным выходным напряжением, специально предназначенного для питания микродрели, диоды VD1—VD4 не устанавливают и напряжение с БП подают непосредственно на конденсатор C1.

Все элементы (кроме электродвигателя) установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, её чертёж показан на **рис. 35**. Применены постоянные резисторы С2-23, подстроечный — СП3-19, оксидные конденсаторы — импортные. Диоды — любые выпрямительные с допустимым током не менее 1 А. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 36**.

В зависимости от типа применённого электродвигателя и напряжения БП микросхема DA2 может сильно разогреваться. Поэтому конструкция печатной платы сделана такой, чтобы микросхему вместе с ней можно было бы разместить на теплоотводе с соответствующей площадью. В этом случае под плату следует установить изоляционную прокладку. Плату размещают в пластмассовом корпусе подходящего размера. Выключатель питания можно включить в разрыв любой линии питания, а установить, например, и на корпусе устройства.

ЛИТЕРАТУРА



1. **Сагалаев С.** Удобная микродрель. — Радио, 2009, № 9, с. 29, 30.

2. **Нечаев И.** Устройство питания микродрели. — Радио, 2012, № 7, с. 30.

***От редакции**. Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/01/1009-3.zip** на нашем FTP-сервере.*

Викторина

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Интерфейс I^2C (IIC, Inter Integrated Circuit) был разработан почти 40 лет назад фирмой Philips для передачи цифровой управляющей информации между интегральными микросхемами в выпускаемых ею телевизорах. На его использование другими фирмами были наложены строгие лицензионные ограничения. Но он оказался настолько хорош, что быстро распространился во всех областях цифровой электроники, особенно микроконтроллерной, начиная от датчиков и заканчивая аудио- и видеоаппаратурой. Многие обходили все ограничения, "изобретая" почти ничем не отличающиеся от I^2C интерфейсы под другими названиями, например, TWI (Two Wire Interface) или 2-wire serial interface. Хотя адаптер I^2C легко реализовать программно, современные микроконтроллеры содержат, как правило, аппаратный адаптер этого интерфейса (иногда даже несколько), что освобождает процессор от рутинной работы.

Шина I^2C состоит из двух информационных линий SCL (синхронизация) и SDA (данные), связывающих ведущее устройство с соединёнными параллельно ведомыми, предельное число которых — 127. Каждое ведомое I^2C-устройство имеет свой уникальный адрес, по которому к нему обращается ведущее. Протокол связи между ними описан, например, в статье А. Долгого "Микросхемы памяти с интерфейсом I^2C. Особенности и применение" ("Радио", 2001, № 2, с. 24, 25; № 3, с. 25, 26). Строго говоря, ведущих тоже может быть несколько, но каждым сеансом обмена информацией управляет только один из них.

Скорость передачи информации определяется частотой следования импульсов SCL — чем она выше, тем скорость больше. Различают следующие режимы: Standard (100 Кбит/с), Fast (400 Кбит/с), Fast Plus (1 Мбит/с), High-speed (3,4 Мбит/с), Ultra Fast (5 Мбит/с). В восьмиразрядных микроконтроллерах общего применения используют режимы Standard и Fast. Более высокие скорости обеспечивают 16- и 32-разрядные микроконтроллеры.

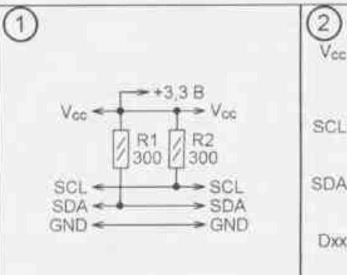
Вопросы в **таблице** проиллюстрированы схемами, на которых предполагается, что ведущее устройство (как правило, микроконтроллер) находится слева, а ведомые (различные датчики, микросхемы памяти, прочие микросхемы, рассчитанные на управление по I^2C) — справа или снизу.

На каждый вопрос следует выбрать один из двух ответов — 0 или 1. Все ответы, записанные в одну строку в порядке номеров вопросов слева направо, образуют 15-разрядное двоичное число. Переведите его в десятичную систему счисления. Если получилось 28953 — все ответы правильные.

***От редакции**. Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.*

"Микроконтроллеры и интерфейс I²C"

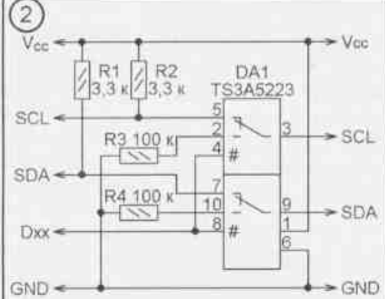
(1)



Допустимы ли указанные на схеме номиналы резисторов, если адаптеры I²C подключённых к шине устройств могут работать в режиме Fast Plus?

0 — да;
1 — нет

(2)



Для чего здесь микросхема DA1?

0 — умощняет линии SDA и SCL
1 — отключает линии SDA и SCL

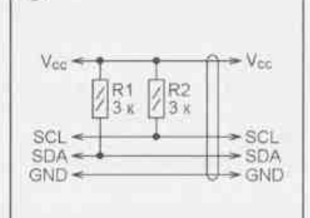
(3)

Vcc
R3 1,5 к
R4 1,5 к
R1 47
R2 47
SCL
SDA
GND

При монтаже устройства перепутали резисторы с номиналами 47 Ом и 1,5 кОм. Будет ли работать интерфейс?

0 — да;
1 — нет

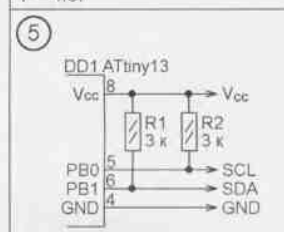
(4)



Какие провода кабеля рекомендуется свить?

0 — V_{cc} с SDA, GND с SCL;
1 — V_{cc} с GND, SDA с SCL

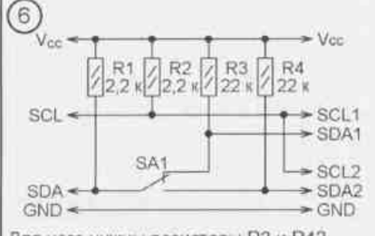
(5)



Как реализован адаптер I²C в указанном микроконтроллере?

0 — программно;
1 — программно или аппаратно

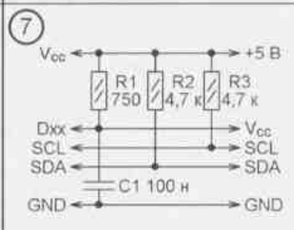
(6)



Для чего нужны резисторы R3 и R4?

0 — они поддерживают высокий уровень на отключённых входах SDA;
1 — они повышают надёжность

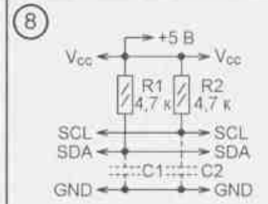
(7)



Для чего использован выход Dxx ведущего устройства?

0 — для ускорения разрядки C1;
1 — для перевода ведомого устройства в исходное. состояние

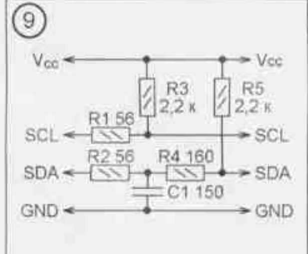
(8)



Какие ёмкости нагрузки C1 и C2 допустимы в режиме Standard?

0 — не более 200 пФ;
1 — не более 400 пФ

(9)



В каком режиме в линию SDA рекомендуется ввести фильтр?

0 — Fast;
1 — Standard

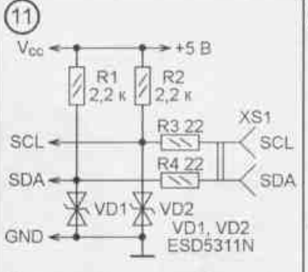
(10)



При каком направлении передачи информации светодиод HL1 светится?

0 — в обоих направлениях;
1 — слева вниз

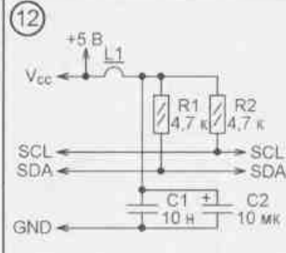
(11)



Каково основное требование к супрессорам VD1 и VD2?

0 — низкий ток утечки;
1 — малая собственная ёмкость

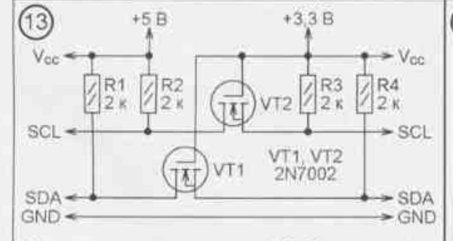
(12)



Какие помехи подавляет конденсатор C1?

0 — низкочастотные;
1 — высокочастотные

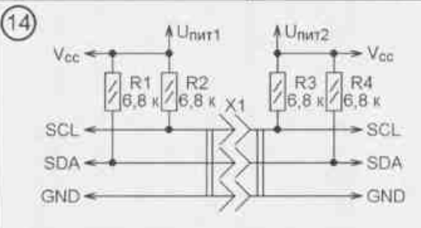
(13)



Можно ли уменьшить до 1,8 В напряжение питания устройства, подключённого справа?

0 — нет;
1 — да

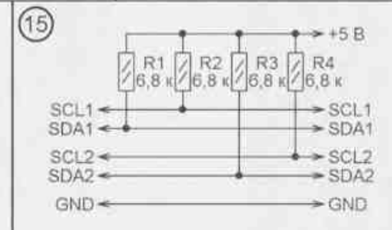
(14)



Почему нагрузочные резисторы установлены с обеих сторон разъёма X1?

0 — защищают входы микросхем;
1 — дают возм. "горячей" стыковки разъёма

(15)



Должны ли все резисторы иметь одинаковое сопротивление?

0 — да;
1 — нет

Программирование модуля Arduino на языке BASIC с сотового телефона

Р. ГОРКОВЕНКО, г. С.-Петербург

Как познакомить новичка с тайнами микроконтроллеров? Популярный ответ будет, конечно, — Arduino! Но представьте, что новичок не один, а полтора десятка школьников, большинство из которых не знакомы с языком C в частности и не слишком опытны в программировании в целом. А чтобы окончательно усложнить задачу, пусть для этих пятнадцати человек в школьной лаборатории будут доступны всего два-три компьютера.

В такой ситуации оказался автор, преподающий азы электроники в одной из школ Санкт-Петербурга. Нельзя себе представить современную электронику без микроконтроллеров. Для решения этой проблемы был создан проект Miskatino [1] — интерактивная версия языка BASIC, способная работать и в Arduino. А работать с микроконтроллером при этом можно не только с компьютера, но и с мобильного телефона или планшета через интерфейс Bluetooth. Для выполнения домашних заданий сделан также веб-эмулятор [2].

На **рис. 1** представлено типичное рабочее место ученика: макетная плата с модулем Arduino, в память которого загружен интерпретатор языка Miskatino BASIC, и с подключённым к нему модулем Bluetooth, а также смартфон, на экране которого видны последние введённые команды.

Для понимания дальнейших примеров и инструкций желательно иметь базовые представления об Arduino (и о микроконтроллерах вообще), а под рукой — какой-либо модуль Arduino. Но даже в случае отсутствия того и другого надеюсь, что инструкции будут понятны и без подготовки, а "попробовать" их можно в упомянутом выше эмуляторе.

Прежде чем перейти к техническим подробностям, рассмотрим, как выглядит работа с Arduino на языке BASIC. Вот простая команда

```
PIN 5; 1
```

Если набрать её на клавиатуре смартфона и нажать на экранную клавишу "↵" (ввод), в управляющий выводом D5 модуля Arduino разряд регистра его микроконтроллера будет записана логическая единица, а на самом выводе будет установлено напряжение логически высокого уровня, близкого к напряжению питания. Если между выводом D5 и минусом питания подключён через ограничивающий ток резистор светодиод, он начнёт светиться. Выключить светодиод можно командой

```
PIN 5; 0
```

Она запишет в тот же разряд логический ноль и установит на выводе D5 низкий (близкий к нулевому) уровень напряжения.

Недостаточно, однако, вводить команды и немедленно исполнять их. Нужно уметь составлять из команд программу. Это делается просто — команды предваряют номерами, а интерпретатор сохраняет их в памяти микроконтроллера модуля Arduino в порядке этих номеров.

Простейшая программа для мигания светодиодом показана в **табл. 1**. Кроме уже известных команд PIN, в ней применены ещё две. Команды DELAY выдерживают паузы длительностью в указанное число миллисекунд между изменениями состояния светодиода. Команды исполняются в порядке номеров, но по команде GOTO происходит переход к строке с указанным номером. В рассматриваемом случае для того, чтобы повторять включение и выключение светодиода бесконечно.

Таблица 1

```
1 PIN 5; 1
2 DELAY 200
3 PIN 5; 0
4 DELAY 300
5 GOTO 1
```

Строки можно вводить в любом порядке, добавлять, редактировать, стирать (об этом позже). Запускают программу командой RUN. При этом программа ещё и сохраняется в энергонезависимой памяти микроконтроллера. Поэтому она будет запускаться и после установки микроконтроллера в исходное состояние нажатием на кнопку Reset модуля Arduino, и после отключения этого модуля от компьютера или телефона.

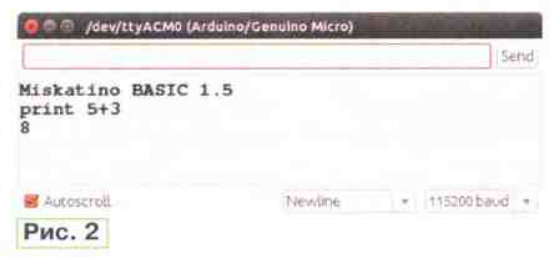
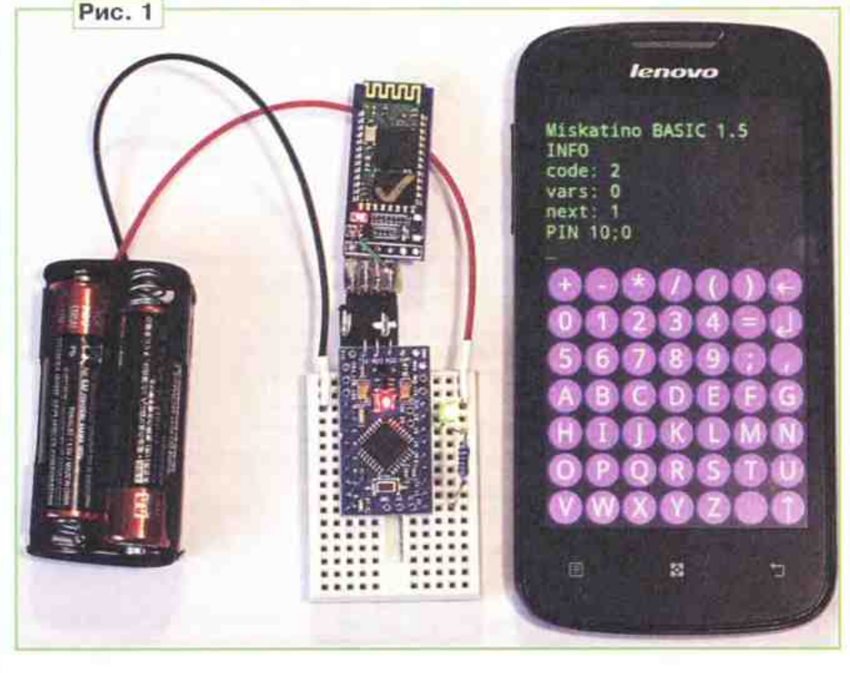


Рис. 2

Чтобы попробовать работать с встроенным Miskatino BASIC, можно воспользоваться веб-эмулятором [2], представляющим собой подобную Arduino Mini виртуальную плату с виртуальными светодиодами, кнопками, переменным резистором и виртуальный терминал для ввода команд. Однако лучше построить реальное устройство.

Для этого, во-первых, нужен сам модуль Arduino. Это может быть Arduino Mini, Arduino Nano, Arduino Duemilanove (на микроконтроллере ATmega328P) или Arduino Micro, Arduino Leonardo (на микроконтроллере ATmega32u4 с встроенным портом USB). Можно использовать и отдельный микроконтроллер

Рис. 1



ATmega328P-PU. Доступна версия интерпретатора языка BASIC для STM32F103 — популярного 32-разрядного микроконтроллера с ядром ARM Cortex-M3.

Во-вторых, требуется программа-интерпретатор языка BASIC либо в виде готового HEX-файла, либо в виде набора исходных текстов. Скачайте zip-архив [3] и извлеките нужное из него.

В простейшем случае используйте модуль Arduino Micro или Arduino Leonardo и папку arduino-src/ardubasic с исходными текстами. Подключите модуль по USB к компьютеру, откройте в среде Arduino IDE исходные тексты, скомпилируйте и загрузите их в Arduino подобно любому другому приложению. Запрограммированный таким образом модуль Arduino готов по последовательному порту со скоростью 115200 Бод принимать команды, подаваемые интерпретатору Miskatino BASIC, и отвечать на них.

Нажав сочетание клавиш Shift-Ctrl-M, откройте встроенный в Arduino IDE терминал (Serial Monitor или "Монитор порта"). Если порт и скорость выбраны правильно, можно ввести, например, команду

```
PRINT 5+3
```

и получить в ответ 8, как показано на **рис. 2**.

Можно также попробовать вводить команды управления состоянием выводов, примеры которых были приведены выше. Можно ввести и запустить программу, приведённую в табл. 1, однако для её остановки (например, чтобы изменить в ней что-нибудь) потребуется послать в модуль Arduino команду BREAK, вводимую комбинацией клавиш Ctrl-C, а встроенный в Arduino IDE терминал этого не умеет. Поэтому вместо него лучше использовать любую полноценную терминальную программу (например, Putty для Windows или Picocom для Linux). Старшие и опытные коллеги без труда вспомнят аналогичный стиль работы при программировании компьютеров ZX-Spectrum, БК-0010 или Apple II.

Полный список команд рассматриваемой версии языка BASIC приведён в [4]. Она умеет читать информацию с терминала и выводить на него результаты работы, устанавливать высокий или низкий логический уровень на выходах модуля Arduino, а также воспринимать логические и аналоговые сигналы, подаваемые на его входы. Доступны работа с массивами, команды и функции работы со временем, условный оператор IF, переходы, подпрограммы. Кроме того, можно, обращаясь к любым регистрам микроконтроллера, работать с периферийными устройствами, для которых в интерпретаторе не предусмотрены предопределённые команды и функции.

Чтобы управлять со смартфона микроконтроллерным модулем, в который загружен Miskatino BASIC, дополнительно требуется модуль Bluetooth, подключаемый к UART микроконтроллера, и любое приложение — Bluetooth терминал для смартфона. Для ОС Android доступно приложение [5]. Оно позволяет отправлять нажатия клавиш немедленно, без буферизации и имеет отдельную кнопку для отправки кода, соответствующего комбинации клавиш Ctrl-C.

Микроконтроллерный модуль должен иметь реальный, а не виртуальный (эмулируемый с помощью USB) последовательный интерфейс, к которому нужно будет подключить модуль Bluetooth. Такой модуль HC-05 работает по умолчанию со скоростью 9600 Бод, поэтому нужно либо перестроить его на скорость 115000 Бод, либо изменить скорость, заданную в исходном коде программы-интерпретатора перед её загрузкой в микроконтроллер. Полезно отдельно проверить работоспособность запрограммированного микроконтроллера и модуля Bluetooth, например, подключаясь к каждому из них с помощью переходника USB-UART.

Одно из преимуществ работы со смартфона — возможность легко создавать проекты с дистанционным управлением. Miskatino BASIC имеет функцию KEY для проверки прихода новых символов с терминала во время работы программы. Достаточно периодически вызывать её и, обнаружив принятый символ, в зависимости от него включать и выключать, например, двигатели колёс робота, заставляя его двигаться вперёд или назад, останавливаться, поворачивать.

Следует упомянуть основные предельные возможности Miskatino BASIC. В версии для ATmega, в том числе для Arduino, исполняется около 15000 строк программы в секунду, максимальный объём программы — 1 Кбайт, 16-разрядная арифметика. В версии для STM32 исполняется около 100000 строк в секунду, максимальный объём программы до 16 Кбайт, 32-разрядная арифметика. Для простых программ этого вполне достаточно.

В завершение рассмотрим в качестве примера создание программы, реализующей "бегущий огонь" на восьми светодиодах. Скоростью движения огня будем управлять переменным резистором, подключённым к одному из входов АЦП микроконтроллера, а направлением его движения — кнопками.

Ввести и выполнить эту программу можно и в эмуляторе [2], имеющем в своём составе все необходимые элементы. Это позволит лучше познакомиться с возможностями Miskatino BASIC и особенностями работы с ним. На **рис. 3** изображено окно эмулятора с упомянутыми элементами и схемой их соединения, а заодно с листингом программы, процесс создания которой будет рассмотрен далее.

Рис. 3

Начните строить программу последовательно с уже испытанного мигания одним светодиодом (**табл. 2**). Обратите внимание, что номера строк здесь идут с пропусками (в рассматриваемом случае через 10). Это стандартная практика, позволяющая впоследствии легко добавлять новые строки между уже имеющимися. Кроме того, команды, как видим, можно вводить как прописными, так и строчными буквами.

Таблица 2

```
10 pin 5; 1
20 delay 200
30 pin 5; 0
40 delay 200
50 goto 10
```

Таблица 3

```
9 p=0
10 pin p+2; 1
30 pin p+2; 0
45 p=(p+1)%8
```

Запустите, проверьте и остановите нажатием комбинации Ctrl-C эту программу. Теперь нужно сделать, чтобы номер светодиода изменялся с каждым миганием. Заведите переменную цикла p. Светодиоды подключены к выводам с D2 по D9, поэтому, изменяя p от 0 до 7 и сбрасывая снова в 0, можно получить номер вывода, прибавляя к p двойку. Для этого добавьте в программу строки, приведённые в **табл. 3**.

Учтите, что при вводе строки с уже существующим номером старая строка с этим номером заменяется новой.

Именно так модифицированы строки 10 и 30 в ранее введённой программе. Строки 9 и 45 добавлены между уже существующими строками. Обновлённую программу можно вывести на экран полностью командой list, два числа после которой означают номер строки, с которой начнётся вывод, и максимальное число выводимых строк.

В строке 45 значение переменной p увеличивается на единицу, а затем берётся остаток от деления полученного числа на 8. Это позволяет вернуться к нулевому значению переменной p после её значения 7, в результате чего, погасив светодиод, подключённый к выводу D9 модуля Arduino, программа включит светодиод, соединённый с его выводом D2.

Запустив обновлённую программу, обратите внимание, что заданная в строке 40 пауза, в течение которой все светодиоды выключены, уже не нужна. Удалите эту строку из программы, введя пустую строку с тем же номером.

Теперь нужно использовать АЦП микроконтроллера для управления скоростью "бега" огня. Напряжение с переменного резистора поступает в эмуляторе на вход A3 Arduino, преобразованные в код значения этого напряжения можно наблюдать, перемещая точку по "подкове" переменного резистора на экране эмулятора и выполняя команду PRINT ADC(3) после каждого перемещения.

Будет видно, что код равен нулю, когда точка находится в крайнем по часовой стрелке положении, и плавно увеличивается до 1023 с её перемещением против часовой стрелки. В строке 20 разделите это значение, например на 4, и, чтобы минимальная задержка не была нулевой, добавьте к частному небольшое число:

```
20 delay adc(3)/4 + 50
```

Теперь программу можно снова запустить на исполнение и проверить реакцию на вращение переменного резистора. Скорость "бега" огня по светодиодам должна изменяться в несколько раз.

Осталось добавить переключение направления движения. Чтобы сменить его, достаточно в строке 45 прибавлять к переменной p не 1, а 7, тогда светящиеся светодиоды станут сменяться в обратном порядке. Для указания направления введите дополнительную переменную d и в строке 45 замените единицу этой переменной, как показано в **табл. 4**. Теперь нужно только менять значение переменной d при нажатиях на кнопки.

Таблица 4

```
8 d = 1
45 p = (p+d)%8
```

Воспользуйтесь кнопками, подключёнными к выводам D10 и D11. Их состояние можно проверять с помощью функции PIN (одноимённой с командой PIN). Однако прежде необходимо подключить к этим выводам имеющиеся в микроконтроллере резисторы, соединяющие их с плюсом питания. Иначе с отпущенных кнопок будут считываться произвольные значения, обусловленные действующими на них помехами. При отпущенной кнопке с вывода с подключённым резистором всегда считывается значение 1. Нажатая кнопка соединит вывод с общим проводом, и с него будет считано значение 0.

Добавим в программу строки, показанные в **табл. 5**. Теперь после запуска программы или после нажатия на кнопку, соединённую с выводом D11, "огонь" в эмуляторе движется слева направо, а после нажатия на кнопку, соединённую с выводом D10, — справа налево.

Таблица 5

```
5 pin 10; -2
6 pin 11; -2
40 if pin(10)=0; d=7
41 if pin(11)=0; d=1
```

Подключение к входам внутренних резисторов микроконтроллера закодировано в Miskatino BASIC установкой соответствующих выводов в состояние −2. По умолчанию резисторы отключены. При необходимости их можно отключить принудительно, переведя вход в состояние −1. В некоторых микроконтроллерах имеются и резисторы, соединяющие входы с общим проводом. Их подключению соответствует состояние −3.

Ключевое слово if в начале строки образует со следующим за ним условием и точкой с запятой условный оператор. Команда, следующая в той же строке за точкой с запятой, исполняется только при выполненном условии.

Программу со всеми внесёнными изменениями можно увидеть на экране смартфона или эмулятора, введя команду

```
LIST 1 20
```

Именно результат её исполнения показан на рис. 3.

Если читатель следовал за приведённым примером, он, вероятно, согласится, что даже довольно "витиеватая" логика создаётся в таком режиме достаточно легко. Тем более, что проверить работу отдельных её фрагментов можно, вводя и исполняя команды непосредственно, ещё до их добавления в программу. Минимализм синтаксиса преследует две цели — уменьшение затрат времени на ввод программы и объёма, занимаемого ею в памяти.

Используя Miskatino BASIC, автору удалось в течение семестра успешно познакомить учеников с рядом простых проектов на его базе:

— измерение температуры датчиками с аналоговым выходом;

— вывод чисел на семиэлементный светодиодный индикатор;

— различные эффекты со светодиодами;

— генерирование звуковых сигналов;

— клавиатурный датчик кода Морзе.

Достигнутые результаты были оценены с помощью контрольной работы. Установлено, что даже учащиеся, не имевшие опыта программирования, чувствуют себя вполне уверенно. Неизбежные сложности в основном были связаны не с программной, а с аппаратной частью — ненадёжными контактами, разрядившимися элементами питания и не всегда стабильной работой связи по Bluetooth, зависящей не только от bluetooth-модулей, но и от используемых сотовых телефонов.

Кроме учебно-демонстрационных целей, Miskatino BASIC применялась для программного управления реальными микроконтроллерными конструкциями, не требующими высокой скорости работы программы и её большого объёма. Среди них были созданы:

— управляемый с телефона робот;

— "ультразвуковая рулетка" с датчиком расстояния HC-SR04 и семиэлементным индикатором;

— прибор для регистрации пульса в пальцах на просвет (фотоплетизмограф);

— радиоприёмник диапазона FM с модулем RDA5807.

Надеюсь, что этот положительный опыт может быть полезен кому-то из коллег. Учебные видеоролики по различным аспектам работы с Miskatino BASIC можно найти по ссылкам в [6—11].

ЛИТЕРАТУРА

1. BASIC interpreter for Arduino and STM32. — URL: **https://github.com/Miskatino/miskatino-basic** (04.09.18).

2. Miskatino Basic. — URL: **https://miskatino.github.io/miskatino-basic/** (04.09.18).

3. Miskatino v1.5 for Arduino, AtMega328 and STM32F103. — URL: **https://github.com/Miskatino/miskatino-basic/releases** (04.09.18).

4. Miskatino Basic Manual. — URL: **https://github.com/Miskatino/miskatino-basic/wiki/Miskatino-Basic-Manual** (04.09.18).

5. Miskatino Bluetooth Terminal. — URL: **https://play.google.com/store/apps/details?id=com.github.miskatino.btterm&hl=en** (04.09.18).

6. Programming Arduino without Computer. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=q9JcWGs_Val** (04.09.18).

7. Uploading Miskatino BASIC to Arduino. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=yJbi5-MZ1hc** (04.09.18).

8. Upload Miskatino Hex to Arduino via SPI. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=roVISiddR1E** (04.09.18).

9. Miskatino BASIC Emulator — introduction. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=qXZOQGT-gEw** (04.09.18).

10. Miskatino BASIC emulator — reading buttons and potentiometer. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=MxwXucEjCE0** (04.09.18).

11. Miskatino BASIC emulator — running LEDs. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=3CcLqFIPLAU** (04.09.18).

18-я выставка "Российский Hi-End 2018"

(22—25 ноября 2018 г., Москва)



Реставрация фонограмм требует особого слуха и оборудования.



Один из линейки транзисторных усилителей от фирмы Profil Audio.



Моноблоки УМЗЧ от фирмы Noize Fabrik.



О критериях отбора экспонатов на выставку рассказал Дмитрий Свобода.



Участник выставки Константин Мусатов рассказывает о представленных экспонатах.



Прямонакальные лампы в УМЗЧ.



Проигрыватели виниловых дисков на искушённый вкус аудиофилов.



Леонид Рудомёткин — автор оригинальных проектов и конструкций АС.

Фото Елены Епифановой.